

**Недосекин А.О.**

## **«Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций**

Санкт-Петербург, 2002 г.

### **Ключевые слова**

Ценные бумаги, инвестиции, неопределенность, риск, акции, облигации, паи взаимных фондов, опционы, доходность и волатильность активов, нечеткие множества, нечеткие числа, нечеткие функции, риск банкротства, риск неэффективности инвестиций, эффективность вложений в опционы и их комбинации, скоринг акций.

### **Аннотация**

Монография посвящена применению теории нечетких множеств к задачам управления финансами и, в частности, анализу инвестиций на рынке ценных бумаг. Рассматриваются вопросы оценки риска банкротства эмитента, проектного риска прямых инвестиций, риска вложений в акции, облигации, опционы и их комбинации. Приводится методика оценки инвестиционной привлекательности (скоринга) акций. Для облегчения понимания проводится систематическое изложение основ теории нечетких множеств. Предложенная автором самостоятельная теория оценки рисков с помощью нечетких множеств легла в основу ряда программных продуктов, разработанных российскими компаниями.

### **Сведения об авторе**

Недосекин Алексей Олегович – консультант компании Сименс Бизнес Сервисиз, кандидат технических наук, член Гильдии инвестиционных и финансовых аналитиков России. В настоящее время является соискателем ученой степени доктора экономических наук при Санкт-Петербургском университете экономики и финансов. Автор более 20 научных работ в области финансового менеджмента.

**Электронная почта:** [sedok@mail.ru](mailto:sedok@mail.ru)

**Домашняя страница в Интернете:** <http://sedok.narod.ru/index.html>

# Содержание

Предисловие .....	4
1. Инвестиции, неопределенность и риски.....	9
1.1. Существо инвестирования в ценные бумаги.....	9
1.2. Неопределенность, сопряженная с инвестициями.....	10
1.3. Риски инвестирования .....	11
1.4. Инструменты для фондовых инвестиций .....	13
1.4.1. Акции .....	13
1.4.2. Бумаги с фиксированным доходом .....	16
1.4.3. Паи взаимных фондов .....	17
1.4.4. Опционы.....	18
1.5. Существующие способы оценки рисков инвестиций .....	19
1.6. Роль предпочтений и ожиданий инвестора .....	23
Выводы.....	25
2. Базовые нечеткие описания для фондового менеджмента .....	26
2.1. Понятие квазистатистики .....	26
2.2. Ключевые понятия теории нечетких множеств .....	29
2.2.1. Носитель.....	29
2.2.2. Нечеткое множество .....	29
2.2.3. Функция принадлежности.....	30
2.2.4. Лингвистическая переменная .....	30
2.3. Операции над нечеткими подмножествами .....	31
2.4. Нечеткие числа и операции над ними.....	31
2.4.1. Трапециевидное (трапезоидное) нечеткое число.....	32
2.4.2. Треугольные нечеткие числа .....	33
2.4.3. Операции над нечеткими числами .....	33
2.5. Нечеткие последовательности, нечеткие прямоугольные матрицы, нечеткие функции и операции над ними.....	35
2.6. Вероятностное распределение с нечеткими параметрами .....	36
2.7. Нечеткие знания .....	38
Выводы.....	40
3. Комплексный финансовый анализ эмитента ценных бумаг .....	42
3.1. Подходы к комплексному финансовому анализу .....	42
3.1.1. Риск банкротства эмитента .....	42
3.1.2. Проблемы анализа риска банкротства предприятия .....	43
3.1.3. Существующие методы анализа риска банкротства .....	44
3.2. Метод комплексного финансового анализа на основе нечетких представлений .....	51
3.2.1. Упрощенное изложение метода.....	52
3.2.2. Расчетный пример анализа риска банкротства .....	56
3.2.3. Полное описание метода .....	59
3.2.4. Расчетный пример анализа риска банкротства с использованием нечетких описаний.....	63
3.3. Лингвистическая диагностика риска банкротства эмитента .....	64
Выводы.....	65
4. Оценка эффективности инвестиционного проекта.....	67
4.1. Неопределенность, возникающая в процессе инвестиционного проектирования .....	67
4.2. Метод нечетко-множественной оценки инвестиционного проекта.....	69
4.3. Оценка риска неэффективности проекта на основе нечетких описаний.....	73
4.4. Расчетный пример.....	76
4.5. Коррекция оценки риска в ходе инвестиционного процесса.....	77
4.6. Измерение уровня информационной неопределенности .....	78

4.7.	Развитие предложенного подхода .....	79
	Выводы.....	79
5.	Оценка доходности и риска акций и паев взаимных фондов .....	80
6.	Оценка доходности и риска ценных бумаг с фиксированным доходом .....	84
6.1.	Вероятностный подход.....	84
6.1.1.	Дисконтные облигации и векселя .....	84
6.1.2.	Процентные облигации и векселя .....	89
6.2.	Нечетко-множественный подход .....	93
	Выводы.....	93
7.	Инвестиции в производные ценные бумаги и их комбинации.....	95
7.1.	Эффективность инвестиций в опционы call и put.....	95
7.1.1.	Формальная постановка задачи и модельные допущения .....	96
7.1.2.	Вероятностная модель опциона call .....	98
7.1.3.	Вероятностная модель опциона put.....	103
7.1.4.	Расчетные примеры оценки доходности и риска опционов .....	106
7.1.5.	Переход к нечеткой модели .....	109
7.2.	Эффективность покрытия подлежащего актива опционом .....	110
7.2.1.	Вероятностная модель сборки «опцион put + подлежащий актив».....	110
7.2.2.	Примеры оценки доходности и риска сборки «put+актив» .....	112
7.3.	Оценка доходности и риска стандартных опционных комбинаций .....	113
7.3.1.	Тип Buy straddle («стеллаж») .....	114
7.3.2.	Тип Buy strangle (“удавка”) .....	116
7.3.3.	Тип Buy Bull Spread («спрэд быка»).....	117
7.3.4.	Тип Buy Bear Spread («спрэд медведя»).....	118
7.3.5.	Тип Buy Butterfly («бабочка»).....	119
7.4.	Корреляция подлежащего актива и опциона put .....	120
7.5.	Корреляция подлежащего актива и опциона call.....	122
7.6.	Корреляция опционов call и put в комбинации «straddle» .....	124
7.7.	Корреляция опционов put и call в комбинации «strangle» .....	127
7.8.	Нечеткая модель оценки характера рынка .....	128
	Выводы.....	129
8.	Нечеткий подход к оптимизации фондовых портфелей .....	131
8.1.	Модифицированный метод Марковица .....	131
8.2.	Метод оптимизации портфелей на долговых обязательствах .....	133
8.3.	Подход к синтезу оптимальных опционных комбинаций .....	138
	Выводы.....	139
9.	Скоринг акций .....	140
9.1.	Системы скоринга и их оценка .....	140
9.2.	Этап 1. Базовые предпосылки для формирования рынка акций выбранного сектора.....	144
9.3.	Этап 2. Отраслевой анализ .....	145
9.4.	Этап 3. Выбор показателей для оценки и установление системы предпочтений.....	149
9.5.	Этап 4. Нечеткая классификация значений выбранных параметров .....	149
9.6.	Этап 5. Ранжирование показателей .....	151
9.7.	Этап 6. Комплексная оценка .....	155
	Выводы.....	159
	Заключение .....	161
	Список цитируемых источников .....	163
	Краткий словарь английских финансовых терминов .....	167

# Предисловие

*Суха теория, мой друг,  
А древо жизни пышно зеленеет...*

**Гете «Фауст»**

История фондового рынка насчитывает четыре века и берет свое начало с момента открытия первой в мире фондовой биржи в г. Амстердам в 1611 году. Сами ценные бумаги существуют с доисторических времен (обычно это долговые расписки и приравненные к ним записи на приспособленных носителях). Однако именно с начала XVII века ценные бумаги становятся предметом организованной торговли. При этом термин «бумаги» в ряде частных случаев не связан с материальным носителем ценной бумаги. Так, сегодня львиная доля операций с ценными бумагами совершается в безбумажной форме, в формате транзакций через электронные депозитарные счета. Владелец ценной бумаги для признания своего права владения может довольствоваться как сертификатом бумаги, выписываемым эмитентом, так и выпиской со счета-депо или из реестра акционеров.

Российскому рынку ценных бумаг недавно исполнилось 10 лет. Это, безусловно, ничтожно короткий срок, однако за это время на рынке произошло множество захватывающих событий. Сюда мы отнесем зарождение новых акционерных обществ на базе приватизируемых предприятий в 1992-1993 г.г., буйный рынок ваучеров в этот же период времени, крах финансовых пирамид 1994 – 1995 г.г., зарождение рынка валютных фьючерсов в 1994 г, систему государственных краткосрочных обязательств (ГКО) и ее крах в августе 1998 г, вместе с рынком фьючерсов. Эта история, полная драматических, подчас кровавых эпизодов еще ждет своего летописца. Мне довелось быть одним из зачинателей фондового движения в России, организаторов регионального рынка, и все перечисленные события протекали у меня на глазах, поэтому я представляю себе предмет, о котором пишу.

Российский рынок ценных бумаг был и остается диким, несмотря на массу усилий организаторов рынка сделать его цивилизованным. Когда я говорю «дикий», я употребляю это слово в том же значении, когда употребляю расхожее выражение «дикий Запад». Да, поиск доходов на российском фондовом рынке сродни поискам золота. Ты можешь раскопать золотую жилу и разбогатеть в один день, но мало шансов, что ты успеешь зарегистрировать эту заявку в ближайшем полицейском управлении. Если тебя не прикончат окольные бандитские шайки, то это сделают обозленные на правительство «краснокожие». К тому же, тебя могут просто облапошить - на всех этапах твоей старательской карьеры.

Кто не имеет собственного опыта столкновения с криминалом (а такой опыт сегодня есть у каждого российского бизнесмена), те могут почерпнуть информацию из газет и представить, как это бывает. Вот, ты претендуешь на крупную долю в акциях прибыльного предприятия, - и рискуешь потерять свою жизнь в автомобиле, начиненном взрывчаткой. Или: тебя – главного акционера фирмы - может не пустить на порог родной трудовой коллектив. Тебя может обокрасть твой же менеджер, уведя твои же прибыли через кучку подставных фирм в оффшорную зону. Люди, взявшие у тебя деньги в долг под вексель, пропадают (спят вечным сном на дне озера, закатанные в бетон), а твои кровные деньги идут на закуп оружия для чеченских террористов. Твою фирму может заказать конкурент, тогда завтра у тебя будет налоговая инспекция, послезавтра – полиция. И тому подобные примеры можно множить.

Но *криминальный* аспект рынка не должен заслонять аспектов *экономического* и *информационного*. Сегодня инвестировать в акции российских эмитентов означает попросту терять деньги, потому что обиходная практика сокрытия прибылей делает акции убыточным активом.

Что же в состоянии вернуть частного инвестора на российский фондовый рынок? Есть несколько ключевых условий:

- экономическая и правовая стабильность в стране;
- продуманная система налогообложения;
- система государственных гарантий для инвесторов, включая систему государственного страхования технических рисков организаторов рынка ценных бумаг;
- высокая степень информационной обеспеченности принимаемых инвестиционных решений.

Последнее соображение заслуживает особого внимания. Сегодня инвестор в те или иные российские акции практически лишен информации о состоянии эмитента в той мере, в которой этого требуют критерии оперативности, доступности и полноты. Нынешняя, общеупотребительная в развитых странах, практика доступа инвестора к информации об эмитенте – это бесплатный вход на специализированные сайты в Интернете. В России сегодня только небольшое число крупных акционерных обществ обладают своими сайтами, где сосредоточена их финансовая отчетность. Есть ряд биржевых сайтов, но информация на них не обладает должной степенью полноты для принятия решений. Практически не развит институт фондового консалтинга, в том числе и в автоматическом режиме, который реализован на специализированных финансовых сайтах, например, в США.

Словом, российскому инвестору требуется колоссальное мужество и мастерство, чтобы оставаться на фондовом рынке и преуспевать на нем. Инвестор окружен множеством всевозможных инвестиционных рисков, и учет всех этих рисков вкупе с управлением ими – вот искусство, оттачиваемое десятилетиями.

Перейдем от обсуждения российского рынка к примерам, почерпнутым на фондовом рынке США. Этот рынок отличается от российского как небо от земли, и вот почему.

Теми детскими болезнями, что болеет фондовый рынок России, Соединенные Штаты переболели еще в середине позапрошлого века. Начиная с 30-х годов XX-го века, в США действует система государственного контроля за рынком, реализуемая Комиссией по ценным бумагам и фондовым биржам (SEC), что предотвращает огромный процент мошенничества и недобросовестного участия на рынке (в частности, незаконного использования внутренней информации и притворных сделок). Усилиями SEC невозможно было предотвратить масштабные падения рынка в конце 70-х, 80-х годов прошлого столетия, а также кризис акций высокотехнологичного сектора в конце 2000 года, который развивается и по сей день. Однако именно старания SEC привели к тому, что сегодня любой инвестор в американские ценные бумаги может в кратчайшие сроки получить всевозможную информацию об эмитенте этих бумаг, и все это будет абсолютно бесплатно. Именно SEC обязует компании информировать ее о любых своих решениях и сделках, природа которых может существенно повлиять на выбор акций этих компаний в качестве объекта для инвестирования.

Но, так или иначе, и на рынке США присутствуют все виды рисков инвестиций в ценные бумаги, причем криминальная составляющая этих рисков хоть и мала, но она ненулевая.

Как учитывать риски при принятии финансовых решений? Эти риски надо научиться **правильно оценивать**. И, чтобы качественно исследовать природу этих рисков, необходимо взять на вооружение специализированные математические методы.

Очень часто вероятностные методы, традиционно употребляемые для анализа инвестиций, обнаруживают свою полную беспомощность перед лицом неопределенности, которую принято называть «**дурной**». Минимаксные подходы, рассчитанные на самые плачевные сценарии развития событий, делают задачу бессмысленной, так как закладываться на самое плохое означает перестать инвестировать вообще, так как всегда остаются шансы просто потерять все деньги.

И тогда на помощь инвестиционному аналитику приходят методы, почерпнутые из **теории нечетких (размытых) множеств**, обзору которых, собственно, и посвящена эта книга. Все обозреваемые в книге модели и методы анализа рисков разработаны автором самостоятельно и в соавторстве с крупными специалистами в области инвестиционного и финансового анализа – Вороновым Кириллом Игоревичем, Максимовым Олегом Борисовичем, Заблочким Сергеем Николаевичем. Ссылки на соответствующие совместные публикации можно найти в конце книги.

Структура моей книги такова.

В главе 1 рассматривается существо фондовых инвестиций, кратко описываются базовые инструменты для фондовых инвестиций, дается краткий обзор путей анализа инвестиционных рисков и оценивается роль человеческого фактора при принятии инвестиционных решений. Материал для главы 1 частично почерпнут из [П1, П2].

В главе 2 даются основы теории нечетких множеств, в учетом того, как это сделано в превосходных монографиях [П3, П4, П5]. Кое-что почерпнуто из [П6]. Также вводятся новые формализмы. В частности, прорывом в теории можно считать введение понятий квазистатистики и вероятностного распределения с нечеткими параметрами.

В главе 3 рассматривается метод оценки риска банкротства эмитента. В основу этой главы были положены материалы из [П2, П7].

В главе 4 речь идет о риске неэффективности инвестиционного проекта, под реализацию которого планируется выпуск ценных бумаг. Глава написана по материалам работ [П2, П8].

В главе 5 рассматривается метод оценки доходности и риска акций и паев взаимных фондов на базе нечеткой модели. Этот материал ранее не публиковался и не имеет аналогов.

В главе 6 оценивается эффективность и риск инвестиций в бумаги с фиксированным доходом. В основу главы положен материал из [П9].

В главе 7 анализируются эффективность и риск вложений в опционы на акции. Излагается совершенно новый взгляд на проблему операций с производными ценными бумагами, основанный на работе [П10]. Может даже показаться, что в книге главное место отводится опционам, но это не так. Просто возник непреодолимый соблазн привести все свежие результаты в этой области.

Глава 8 посвящена анализу портфельных инвестиций. В целом это совершенно новый материал, однако ряд соображений позаимствован из [П2, П9, П10].

И, наконец, глава 9 рассматривает процедуру сопоставительной оценки (скоринга) акций компаний, принадлежащих к одной отраслевой экономической группе. Здесь цитируется работа [П11].

Завершая предисловие к моей книге, я хочу поблагодарить:

- Господа Бога – за все;
- свою мать Татьяну и отца Олега – за предоставленную возможность участвовать в делах этого мира;
- жену Нонну – за терпение, сочувствие и огромную помощь;
- моего учителя, академика Российской академии безопасности, д.т.н., профессора Г.Н.Черкесова – за те навыки научного мышления, что он мне привил и продолжает прививать;

- моих соавторов Воронова К.И., Максимова О.Б., Овсянко А.Д., к.т.н. Заблоцкого С.Н. и к.ф.-м.н. Сомову А.В. – за профессионализм. Без участия этих людей моя книга не смогла бы состояться;
- к.э.н., доцента Павлова Г.С. – за участие в обсуждении книги и за высказанные ценные замечания;
- компанию Арטיפишел Лайф Рус – за то, что профиль моей работы в этой компании определил содержание данной монографии;
- компанию Сименс Бизнес Сервисиз – за то, что разработанные мною методы легли в основу программных средств, предназначенных для портфолио-менеджмента средств накопительной составляющей трудовых пенсий от лица Пенсионного Фонда Российской Федерации.



# 1. Инвестиции, неопределенность и риски

## 1.1. Существо инвестирования в ценные бумаги

Лицо, принимающее решение о вложениях на рынке капиталов, следует в общем случае называть **вкладчиком**. Однако далее следует разграничить вклады в традиционные денежные инструменты, далее называемые *традиционными сбережениями*, вклады в ценные бумаги, именуемые собственно *инвестициями*, а также краткосрочные операции на финансовых рынках в целях извлечения оперативного курсового дохода, именуемые *спекуляциями*.

С точки зрения **целей** вложений традиционные сбережения служат средством отложения денег в сторону до лучших времен (или на «черный день») без потери стоимости этих вложений. Инвестиции служат целям накопления капитала на средне- и долгосрочной основе без существенных потерь его ликвидности, а спекуляции – для извлечения быстрой рискованной прибыли.

С точки зрения **доходности** вложений традиционные сбережения по уровню процента на вложенный капитал сопоставимы с темпами инфляции. Инвестиции могут располагать произвольно высоким уровнем доходности, равно как и спекуляции.

С точки зрения **риска** вложений традиционные сбережения обладают значительно меньшим риском, нежели инвестиции. К рискам первых следует отнести процентный риск (когда темпы инфляции внезапно опережают ставку по депозиту) и риск банковского и межбанковского дефолта. В условиях высокоразвитых стран, когда существует система гарантий сохранности банковских вкладов, а инфляция не претерпевает резких скачков, риски традиционных накоплений незначительны. Иное дело инвестиции. Традиционно высокий курсовой риск, скажем, для акций, сопряжен с ненулевым уровнем риска банкротства эмитента ценной бумаги. Впрочем, высокий риск – это плата за высокоожидаемую доходность, и это так называемое **золотое правило инвестирования** действует во все времена. Что же до спекуляций, то риск этих операций сопоставим с игровым риском в классических азартных играх (орлянка, «21» и т.д.).

Отсюда вытекают **преимущества и недостатки** всех трех видов вложений. Традиционные сбережения обычно сохранны и высоколиквидны, но они не обыгрывают инфляцию. Инвестиции обладают различными уровнями надежности, доходности и ликвидности, и при наличии возможности сделать приличное состояние на небольшом стартовом капитале сохраняются высокие шансы потерять все вложения или большую их часть. Но грамотные инвестиции, рассматриваемые в долгосрочной перспективе, непременно опережают по доходности темпы денежной инфляции. Это и естественно, потому что именно долгосрочные инвестиции, в первую очередь, служат целям становления и развития страновой экономики, приросту национального дохода.

Спекуляции же могут обогатить за одну ночь, как и рулетка, но те же шансы присутствуют и на полную потерю вложений.

С точки же зрения **типа вкладчика** мы выделяем: для традиционных сбережений – классического банковского депонента, для инвестиций – классического инвестора, для спекуляций – биржевого спекулянта. Для того, чтобы быть депонентом, не требуется никакого образования в области финансов (что такое деньги под проценты, знает даже школьник). Чтобы быть инвестором, необходимо отчетливо понимать свои инвестиционные цели и пути их достижения с приемлемым риском для себя. Биржевой спекулянт должен быть высококлассным и хорошо информированным специалистом в области биржевой игры, владеющий приемами технического и фундаментального анализа ценных бумаг.

При этом для нас не имеет значения, является вкладчик индивидуальным (физическим лицом), корпоративным (организацией) или институциональным (банком, инвестиционной компанией, страховой компанией, инвестиционным фондом и т.п.), потому что это никак не отражается на существе вкладных операций. Правда, следует оговориться насчет различия в порядке налогообложения этих операций, что также сопряжено с некоторыми разновидностями риска. Но эти побочные эффекты инвестиций мы здесь не рассматриваем.

## 1.2. Неопределенность, сопряженная с инвестициями

Однажды в монографии [1.1], посвященной нечетким множествам и их использованию в моделях принятия решений, я встретил классификацию видов неопределенности (рис. 1.1). Если спроектировать эту классификацию на специфику инвестиционных процессов, то мы можем обозначить два укрупненных вида неопределенности:

- I. **Неясность** (отсутствие точного знания) относительно будущего состояния всех параметров рынка, на котором совершаются инвестиции.
- II. **Нечеткость** классификации текущего положения эмитента и состояния рынка данной ценной бумаги.

Неопределенность – это неустранимое качество рыночной среды, связанное с тем, что на рыночные условия оказывает свое одновременное воздействие неизмеримое число факторов различной природы и направленности, не подлежащих совокупной оценке. Но и даже если бы все превходящие рыночные факторы были в модели учтены (что невероятно), сохранилась бы неустранимая неопределенность относительно характера реакций рынка на те или иные воздействия.

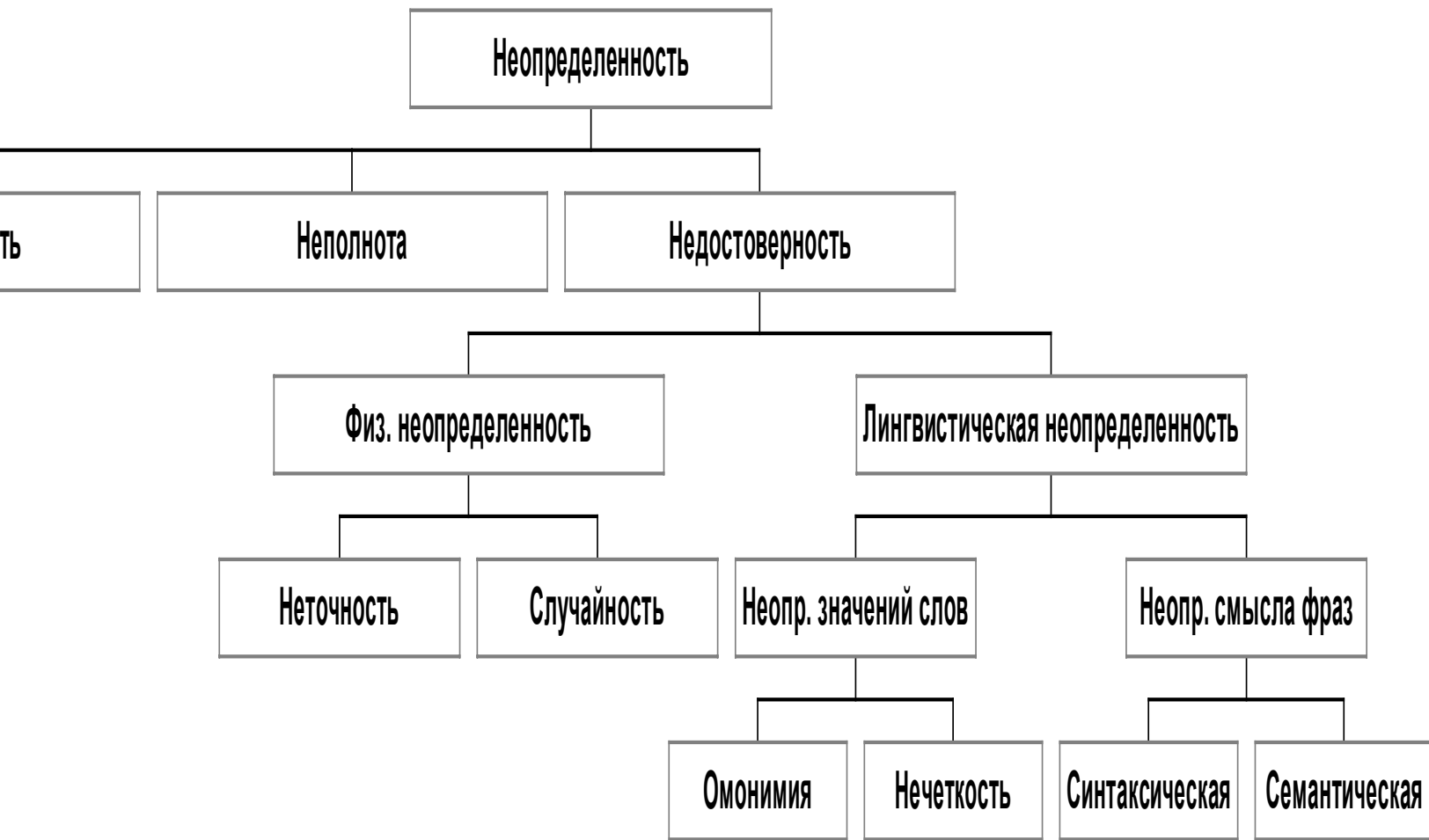
### 1.3. Риски инвестирования

Если рассматривать фондовый рынок как кибернетическую систему и взглянуть на неопределенность с системных позиций, то можно рассматривать ее как характеристику системы фондового рынка, на котором принимаются инвестиционные решения. Отсюда и специфика риска инвестиционных решений, которая состоит в следующем:

- инвестор может ошибочно прогнозировать будущий рост стоимости приобретаемых активов, в то время как ряд неучтенных инвестором факторов приведет, напротив, к падению котировок;
- инвестор может неверно оценить текущее состояние рынка или финансовое состояние эмитента ценных бумаг, исходя из ошибочных исходных предпосылок или данных, полученных ошибочным способом.

Под **риском** инвестиций здесь мы понимаем возможность возникновения убытков от вложения в ценные бумаги. Все инвестиционные риски могут быть классифицированы по источникам их появления следующим образом:

- *общерыночные* риски – риски падения курсовой цены бумаги в связи с общей тенденцией падения рыночных цен;
- *производственные* риски, связанные со ухудшением экономического положения эмитента без существенного увеличения риска его банкротства;
- *дефолтные* риски – связанные с возможностью банкротства эмитента или его краткосрочной неплатежеспособности;
- *коррекционные* риски – риски падения цены, связанные с балансировкой положения бумаги на рынке (например, при установлении справедливого соотношения цены бумаги и доходов по ней);
- *процентные* риски – связанные с ростом процентной ставки по безрисковым вложениям и, соответственно, процентных ставок по низкорисковым облигациям;
- *новостные* риски – риски, связанные с возникновением дурных новостей или слухов о положении компании-эмитента;
- *макрориски*, связанные с ухудшением положения отрасли, к которой принадлежит эмитент, в структуре национальной экономики, или с ухудшением позиций самой страны на международном рынке (например, в результате рецессии, как сейчас мы и наблюдаем на примере США);
- наконец, *криминальные* риски, связанные с ухудшением состояния эмитента в результате злого умысла сил, находящихся вне и/или внутри компании. Сюда можно отнести недавнее банкротство крупнейшей энергетической компании США недавнее банкротство крупнейшей энергетической компании США Enron и связанные с этим скандальные факты завышения отчетной прибыли, уничтожения документации аудиторами фирмы и т.п.



**Рис 1.1 Классификация видов неопределенности**

Анализ перечисленных рисков может осуществляться на базе исходных данных той природы, что присущи данному виду рисков. Например, для оценки коррекционных рисков можно использовать количественные модели, основанные на применении теории случайных процессов. Криминальные же риски по преимуществу следует анализировать на базе качественных моделей, в основу которых ложатся высказывания и оценки, сформулированные на естественном языке.

Итак, с общесистемной точки зрения риск вплотную связан с неопределенностью. Количественно измеряя неопределенность, мы можем той же мерой оценивать степень риска инвестиций, и наоборот. Если бы нам все было ясно и известно заранее, то ни о каком риске не было бы и речи, так как не существовало бы ни одной возможности, альтернативной загодя определенному порядку развития событий.

## 1.4. Инструменты для фондовых инвестиций

Имеет смысл дать краткую справку по основным инструментам фондовых инвестиций. Взяв за основу специфику американского фондового рынка, разберем: акции, бумаги с фиксированным доходом, паи взаимных фондов и опционы на акции. За скобками нашего рассмотрения остаются специализированные производные ценные бумаги, и в частности, валютные фьючерсы, варранты и индексные опционы. Все последующее рассмотрение касается и главной темы книги – рисков инвестиций в те или иные фондовые активы.

### 1.4.1. Акции

**Акция** – это денежный документ, выражающий право собственника акции на долю в капитале компании, выпустившей эти акции. Наиболее распространенными являются так называемые *обыкновенные* акции, которые дают их держателю право голоса на общем собрании акционеров, но не фиксируют размер дивиденда. Напротив, *привилегированные* акции, не являясь голосующими, дают право их владельцу на фиксированный дивиденд в течение определенного времени, обусловленного проспектом эмиссии этих акций. Со временем привилегированные акции конвертируются в обыкновенные, согласно тому, как это определено проспектом эмиссии этих акций.

Торговля акциями осуществляется при посредничестве брокерских контор, которые обладают своими местами на фондовых биржах. Для удобства торговли акции торгуются лотами, обычно по 100 штук в лоте.

Ключевым атрибутом акции, который позволяет инвестору быстро получить интересующую его информацию, является *тикер* (ticker) компании-эмитента. Большинство финансовых сайтов в Интернете оснащены поисковой системой,

позволяющей выводить информацию по запросу пользователя на основании тикера компании.

Типовой информацией, которая интересует инвестора, является:

- *Snapshot* – информация о текущем состоянии бумаги по результатам торгов, представляющая собой как бы моментальную съемку процесса торгов (откуда и английское название раздела). Сюда, к примеру, относятся:
  - **Previous Close** – цена последних торгов по состоянию на конец вчерашней торговой сессии;
  - **Day's High, Day's Low** – максимум и минимум котировок соответственно;
  - **Volume** – полное число акций, торгуемых за определенный период времени. Ненормально высокий объем торгов обычно связан с появлением новостей о компании, хороших или плохих. В отсутствие новостей, такой высокий объем может быть сопряжен с операциями, осуществляемыми институциональным крупным инвестором;
  - **Trailing P/E Ratio** – отношение последней котировки к доходам компании за последний год в расчете на одну акцию;
  - **52-Week High (Low)** – наименьшая (наибольшая) цена акции за прошедшие 52 недели;
  - **Market Value** – рыночная капитализация компании, которая определяется как произведение числа акций в обращении (number of shares outstanding) на последнюю котировку акции.
- *Earnings* – информация о текущих доходах по бумаге, в сопоставлении с теми же данными по сектору экономики, к которому принадлежит компания, и по одному из базовых индексов.
- *Ratings* – брокерские рекомендации покупать (удерживать, продавать) акции данного эмитента. Они определяются как среднее по всем мнениям фондовых аналитиков (экспертов).
- *Financials* – данные о текущем финансовом состоянии компании-эмитента. Сюда, в частности, следует отнести:
  - **Revenues** - включает в себя все чистые продажи компании (net sales) плюс вся дополнительная выручка, связанная с основной деятельностью компании. Не включает в себя дивиденды, процентный и любой иной доход, не связанный с основной деятельностью;
  - **Net Earnings-Per-Share (EPS)** - доход компании за вычетом всех затрат и налоговых выплат в расчете на одну акцию;
  - **Long-Term Debt** – кредиторская задолженность, которая должна быть погашена в срок более года. Эта задолженность может быть образована банковским кредитом, облигационным займом и другими способами;

- **Net Margin** – доходность компании, определяемая как отношение чистого дохода компании к ее выручке.
- *Key Ratios*, куда, в частности, относятся:
  - **Trailing P/E**;
  - **Price/Book** – отношение последние цены акции к собственному капиталу компании в расчете на одну акцию;
  - **Price/Cash Flow** – отношение цены акции к чистому денежному потоку компании в расчете на одну акцию;
  - **Price/Sales** – отношение цены акции к продажам в расчете на одну акцию.
- *News* – новости, касающиеся компании и могущие повлиять на курс ее акций.
- *Alerts* – предупреждения о наступивших событиях, которые могут повлиять на перспективный курс акций компании. Эти предупреждения можно классифицировать следующим образом:
  - **Top alerts** – предупреждения, которые имеют наибольшее значение для оценки перспективного курса акций;
  - **Prise/Volume alerts** – сообщение о резком изменении курса акций или объема продаж;
  - **Analists alerts** – сообщения о переоценке акций ведущими консалтинговыми компаниями, а также сообщения о неожиданном росте (снижении) дивидендных выплат против ожидаемых значений;
  - **Finance alerts** – сообщения о резких изменениях значений ключевых индикаторов и финансовых показателей деятельности компании
  - **Calendar events alerts** – сообщения об отчетах, направляемых компанией в Securities & Exchange Commission (SEC). Сюда же относятся и предупреждения, которые комиссия направляет компании-эмитенту в случае нарушения каких-либо ее требований;
  - **News alerts** – сообщения о ключевых новостях по компании.

Принимая решение о приобретении или продаже акции, инвестор должен обращать внимание не только на рынок акций интересующей его компании, но и на рынки соответствующих отраслей. Очень важную для инвестиций информацию дает сопоставление показателей компании и отрасли, к которой она относится, потому что отраслевые значения показателей являются осредненными и свидетельствуют о потенциальных возможностях компании, средней по всем своим финансовым показателям. Это дает информативный ориентир для принятия инвестиционных решений.

Главным видом риска для акции является колеблемость (*волатильность*) ее курсовой цены. Для компаний с низкой капитализацией характерен также и дефолтный риск, который пренебрежимо мал для так называемых «голубых фишек» акций компаний с капитализацией от 50 млрд. долларов и выше.

### 1.4.2. Бумаги с фиксированным доходом

**Долговые обязательства** – это бумаги с фиксированным, заведомо известным номинальным доходом и порядком его получения для инвестора. Для краткости все эти бумаги можно называть **бондами**.

Бонды и их виды варьируются в зависимости от:

- **эмитента.** Бонды могут быть выпущены казначейством США, правительственными агентствами, муниципальными образованиями и корпорациями. Мы не берем в расчет рынок векселей и долговых расписок, эмиттированных частными лицами;
- **срока погашения.** Бонды могут быть ультракраткосрочными (длительностью от 3 месяцев до года), краткосрочными (длительностью от года до 5 лет), среднесрочными (длительностью от 5 лет до 10 лет) и долгосрочными (более 10 лет);
- **кредитного качества** – способности обеспечивать платежи в том порядке, как это записано в проспекте эмиссии. Наименьшим дефолтным риском в этом плане обладают краткосрочные казначейские векселя, наивысшим – так называемые «мусорные» бонды (бонды тех компаний, которые испытывают проблемы с платежами). Кредитное качество находится в прямой связи с дефолтным риском по бонду, и в обратной связи – с доходностью этих бумаг. Поэтому «мусорные» бонды часто называют «высокодоходными», с оттенком подозрения;
- **структуры.** Все бонды подразделяются на *купонные* (процентные), когда в проспекте эмиссии фигурируют проценты, выплачиваемые в обусловленном размере с некоторой периодичностью, *дисконтные*, когда цена бонда при его первичном размещении ниже номинала на размер собственно дисконта, и *комбинированные* бонды, когда дисконт в них присутствует наряду с процентными выплатами.

Главными рисками для бондов являются:

- для государственных бумаг – процентный риск, когда, с изменением рыночных условий, изменяется ставка безрискового финансирования (уровень процентной ставки федеральной резервной системы), что влияет на доходность уже состоявшихся выпусков бондов;
- для корпоративных бумаг, наряду с процентным риском – риск дефолта компании.



### 1.4.3. Паи взаимных фондов

**Взаимный фонд** – это инвестиционная компания, которая вкладывает деньги множества своих вкладчиков в фондовые активы определенной направленности. Ценная бумага, которой обладает вкладчик взаимного фонда, называется **паем**. Принцип работы взаимного фонда в том, что его вкладчики оказываются совладельцами оптимального, по мысли управляющего фондом, фондового портфеля, где достигается максимум доходности при заданном уровне риска инвестиций.

По типу инвестиций, взаимные фонды подразделяются на фонды акций, фонды облигаций, фонды денежного рынка, гибридные фонды и хедж-фонды. Первые осуществляют вложения в акции, вторые – в бонды, третьи – в ультракраткосрочные высоконадежные бумаги с фиксированным доходом. Гибридные фонды содержат в своих портфелях смесь акций и бондов, а хедж-фонды – произвольные активы.

В пределах каждого выделенного класса фондов можно провести классификацию по отраслевому, территориальному и функциональному признаку. Выбирая ту или иную стратегию, фонд позиционирует себя в определенном двумерном пространстве «ожидаемый риск – ожидаемая доходность». Это позволяет профессиональному управляющему фондом выбрать надлежащие стратегии портфельного менеджмента, которые позволят добиться успеха.

Все риски, присущие тем или иным инструментам, в случае фонда не элиминируются, но диверсифицируются. При этом возрастает значение тех рисков, рынок которых представлен фондом. Так, отраслевые фонды страдают большей частью отраслевыми рисками, региональные – страновыми, фонды определенной функциональной направленности – рисками данной функциональности. Так, фонды, нацеленные на льготное налогообложение, могут совершенно стухнуть, если изменится характер льгот.

По смыслу, *волатильность* (колеблемость цены активов) фонда должна быть меньше волатильности отдельной акции или бонда, по смыслу диверсификации. Но, если диверсификация проведена неправильно, то эти волатильности разнятся мало. К примеру, отраслевые фонды по определению исключают межотраслевую диверсификацию, зато резко понижается дефолтный риск, рассматриваемый на уровне фонда в целом.

При всем том появляется дополнительный аспект риска – это риск ошибочного менеджмента, когда, формируя портфель, менеджер исходит из заведомо ложных базовых предпосылок. Например, вкладываясь в перегретые акции высокотехнологичных компаний, менеджер расстается со здравым смыслом, ошибочно планируя продолжение роста котировок.

Но, так или иначе, обычный индивидуальный инвестор должен предпочитать фонды отдельным инструментам. Так, по крайней мере, он избавится от рисков, присущих данной отдельной бумаге, участвуя в портфеле из большого числа бумаг. Далее, усиливая эффект диверсификации, инвестор собирает уже свой собственный портфель из ряда фондов различной направленности.

#### **1.4.4. Опционы**

Рынок производных ценных бумаг обязан своим возникновением и развитием появлению интересов, непосредственно сопряженных с обладанием ценными бумагами и иными денежными активами. Агенты рынка стремятся максимизировать свою прибыль или минимизировать риск. В тот момент, когда у двух таких агентов возникают противоположные интересы или обратные рыночные предпочтения, возникает предмет специального соглашения между этими двумя агентами.

Например, инвестор, стремящийся понизить свои курсовые риски, приобретает *право продать свои бумаги в будущем по фиксированной цене (put опцион)*. Подспудно такой инвестор закладывает на возможность падения цен (страхуется, *хеджируется*). При этом говорится, что инвестор занял *длинную позицию*. Наоборот, агент, уступающий опцион, рассчитывает на то, что цена не упадет ниже определенного критического уровня. Он полагает, что в процессе исполнения контракта покупатель опциона просто потеряет деньги, а он, наоборот, наживется. Говорят, что, уступая опцион, продавец встает в *короткую позицию* по этой бумаге.

Есть и еще вариант: этот агент дополнительно приобретает put опцион («*покрывается*») с большей ценой исполнения (*страйком*). Тогда, при значительном падении курсовой цены, агент-продавец извлечет доход в виде «*спрэда медведя*» (курсовой разницы между страйками двух опционов). Но, разумеется, если падения курсов не происходит, в этом случае оба агента проигрывают.

Или еще пример. Некий агент приобретает *право приобрести бумаги по фиксированной цене в будущем (call опцион)*. Такой агент рассчитывает на то, что бумага вырастет значительно выше страйка call опциона, и в доход ему попадет вся разница между курсовой ценой и страйком (за вычетом, разумеется, цены самого опциона). Другой агент, уступающий call опцион, разумеется, рассчитывает на то, что подобного курсового роста не произойдет. Если же он не вполне уверен в своем суждении, он может покрыться call опционом с меньшим страйком. Тогда, в случае существенного курсового роста агент-продавец поймает «*спрэд быка*» - разницу между двумя страйками. В случае падения цен оба агента потеряют деньги.

Итак, возникает множество противоположных интересов, связанных с обладанием фондовыми активами (*производных интересов*). Столкновение этих интересов осуществляется на рынке. Организованным местом такого рода торговли является

опционная биржа. Классическим примером биржи такого рода является CBOE – Chicago Board Options Exchange.

Опционы – это самые высокорискованные инвестиции из всех вышеперечисленных. Этот риск сопряжен с риском подлежащего актива, но он многократно усилен за счет эффекта *финансового рычага* (подробно этот феномен рассмотрен в главе 7). Зато многократно возрастают и ожидаемые доходы от правильных инвестиций, потому что инвестор в опцион, не владея самим подлежащим активом, имеет право на использование выгод от курсовых разниц, что в отношении к стартовым инвестициям оказывается необычайно выгодным видом вложений.

### 1.5. Существующие способы оценки рисков инвестиций

Всякая наука хороша тогда, когда ей удастся пользоваться математикой. Также и при оценке рисков мы должны применять не только качественные суждения об этих рисках, но и методы их количественного анализа.

В литературе по инвестициям в ценные бумаги очень часто под риском вложений в бумагу понимается ее волатильность (колеблемость относительно среднего значения). Имеется мнение, с которым я солидарен, что волатильность не может отражать инвестиционного риска в силу того, что болезненность убытков для инвестора *несопоставима* с удовлетворенностью прибылью. Поэтому отклонения котировок от ожидаемых значений в большую и в меньшую сторону неравноценны. Тем не менее, когда это не оговорено особо, под риском я понимаю волатильность.

Обзор состояния теории оценки финансовых рисков представлен в [1.2].

Главная проблема оценивания инвестиционных рисков состоит в том, что события, происходящие на фондовом рынке, часто не обладают свойством устойчивой повторяемости и однородности. Поэтому применение в анализе такого распространенного инструмента, как **вероятностей**, наталкивается на серьезные препятствия модельного характера. Рассмотрим подробнее.

Вероятности – это исторически первый способ учета неопределенности при принятии решений. Лица, специализирующиеся на азартных играх, были заинтересованы в оценке частот тех или иных исходов выпадания игральные костей или комбинаций карт, чтобы, реализуя серию из достаточного числа игр, придерживаться определенных фиксированных игровых стратегий ради достижения некоторого (пусть даже небольшого) выигрыша. При этом с самого начала было ясно, что исследованная частота тех или иных исходов не есть характеристика *единичного* события (одной игры), а *полного их множества*, позднее названного **генеральной совокупностью событий**.

Успешное применение вероятностных методов в статистике конца XIX века (при исследовании массовых и статистически однородных демографических процессов) сделало методы теории вероятностей широко распространенными во всех сферах жизни, особенно с развитием технической кибернетики во второй половине XX века. Использование вероятностей при учете случайности, неопределенности, ожидаемости событий приобрело эксклюзивный характер. Наиболее оправданным такое применение оказалось там, где речь шла об однородных событиях массового характера, а именно - в теории массового обслуживания и в технической теории надежности.

Однако, начиная с 50-х годов, в академической науке появились работы, ставящие под сомнение тотальную применимость вероятностной теории к учету неопределенности. Авторы этих работ закономерно отмечали, что классическая вероятность аксиоматически определена как характеристика генеральной совокупности статистически однородных случайных событий. В том случае, если статистической однородности нет, то применение классических вероятностей в анализе оказывается незаконным.

Реакцией на эти вполне обоснованные замечания стали фундаментальные работы Сэвиджа, Пойа, Кайберга, Фишберна, де Финетти и других, где обосновывалось введение неклассических вероятностей, не имеющих частотного смысла, а выражающих познавательную активность исследователя случайных процессов или лица, вынужденного принимать решения в условиях дефицита информации. Так появились **субъективные** (аксиологические) вероятности. При этом подавляющее большинство научных результатов из классической теории вероятностей переключалось в теорию аксиологических вероятностей - и, в частности, логико-вероятностные схемы дедуктивного вывода интегральных вероятностей сложных событий на основе перебора полного множества исходных гипотез о реализации простых событий, входящих составными частями в исследуемое сложное событие. Эти схемы были названы *импликативными*.

Подробно о развитии теории вероятностей в XX веке написана блестящая, на мой взгляд, монография [1.3].

Однако появление неклассических вероятностей не было единственной реакцией на возникшую проблему. Необходимо отметить также всплеск интереса к минимаксным подходам, а также зарождение теории нечетких множеств. Рассмотрим по порядку.

Минимаксные подходы ставят своей целью отказаться от учета неопределенности "весовым методом". То есть, когда оценивается некий ожидаемый интегральный эффект, его формула не представляет собой свертки единичных эффектов, когда в качестве весов такой свертки выступают экспертные оценки или вероятности реализации этих эффектов. Из всего поля допустимых реализаций (*сценариев*) минимаксные методы выбирают два, при которых эффект принимает последовательно максимальное или минимальное значение. При этом лицу, принимающему решения (ЛПР) ставится в обязанность отреагировать на ситуацию таким образом, чтобы добиться наилучших результатов в

наихудших условиях. Считается, что такое поведение ЛПР является наиболее оптимальным.

Оппонируя минимаксным подходам, исследователи замечают, что ожидаемость наихудших сценариев может оказаться крайне низкой, и настраивать систему принятия решений на наихудший исход означает производить неоправданно высокие затраты и создавать необоснованные уровни всевозможных резервов. Компромиссным способом применять минимаксные подходы является использование метода Гурвица [1.4, 1.5], когда два экстремальных сценария (наихудший и наилучший) учитываются совместно, а в качестве веса в свертке сценариев выступает параметр  $\lambda$ , уровень которого задается ЛПР. Чем больше  $\lambda$ , тем оптимистичнее настроено ЛПР. Модифицированный интервально-вероятностный метод Гурвица учитывает дополнительную информацию о соотношении вероятностей сценариев, с учетом того, что точное значение сценарных вероятностей неизвестно.

Поговорим теперь о теории нечетких множеств, заложенной в фундаментальной книге Лофти Заде [1.6]. Первоначальным замыслом этой теории было построить функциональное соответствие между нечеткими лингвистическими описаниями (типа "высокий", "теплый" и т.д.) и специальными функциями, выражающими степень принадлежности значений измеряемых параметров (длины, температуры, веса и т.д.) упомянутым нечетким описаниям. Там же в [1.6] были введены так называемые *лингвистические вероятности* - вероятности, заданные не количественно, а при помощи нечетко-смысловой оценки.

Впоследствии диапазон применимости теории нечетких множеств существенно расширился. Сам Заде определил нечеткие множества как инструмент построения теории возможностей [1.7]. С тех пор научные категории случайности и возможности, вероятности и ожидаемости получают теоретическое разграничение.

Следующим достижением теории нечетких множеств является введение в обиход т.н. *нечетких чисел* как нечетких подмножеств специализированного вида, соответствующих высказываниям типа "значение переменной *примерно равно* а". С их введением оказалось возможным прогнозировать будущие значения параметров, которые ожидаемо меняются в установленном расчетном диапазоне. Вводится набор операций над нечеткими числами, которые сводятся к алгебраическим операциям с обычными числами при задании определенного интервала достоверности (уровня принадлежности).

Прикладные результаты теории нечетких множеств не заставили себя ждать. Для примера: сегодня зарубежный рынок так называемых нечетких контроллеров (разновидность которых установлена даже в стиральных машинах широко рекламируемой марки LG) обладает емкостью в миллиарды долларов. Нечеткая логика, как модель человеческих мыслительных процессов, встроена в системы искусственного интеллекта и в автоматизированные средства поддержки принятия решений (в частности, в системы управления технологическими процессами).

Начиная с конца 70-х годов, методы теории нечетких множеств начинают применяться в экономике. Отметим здесь монографию [1.8], в которой представлен широкий спектр возможных применений этой теории - от оценки эффективности инвестиций до кадровых решений и замен оборудования, приводятся соответствующие математические модели.

Позволю себе высказать мнение относительно перспектив применения теории вероятностей и теории нечетких множеств в экономических задачах.

Существенным преимуществом теории вероятностей является многовековой исторический опыт использования вероятностей и логических схем на их основе. Однако, когда неопределенность относительно будущего состояния объекта исследования теряет черты статистической неопределенности, классическая вероятность, как измеримая в ходе испытаний характеристика массовых процессов, уходит в небытие. Ухудшение информационной обстановки вызывает к жизни субъективные вероятности, однако тут же возникает проблема достоверности вероятностных оценок. ЛПР, присваивая вероятностям точечные значения в ходе некоего виртуального пари, исходит из соображений собственных экономических или иных предпочтений, которые могут быть деформированы искаженными ожиданиями и пристрастиями. Это же замечание справедливо и в том случае, когда оценкой вероятностей занимается не ЛПР, а сторонний эксперт.

При выборе оценок субъективных вероятностей часто ссылаются на известный принцип Гиббса-Джейнса: среди всех вероятностных распределений согласованных с исходной информацией о неопределенности соответствующего показателя, рекомендуется выбирать то, которому отвечает наибольшая энтропия. Многие исследователи, в том числе и автор настоящей работы, прибегали к этому принципу для обоснования вероятностных гипотез в структуре допущений исходной модели (назовем работы [1.9], [1.10]). Однако законным возражением против этого принципа, выдвинутым в последнее время, является то, что принцип максимума энтропии не обеспечивает автоматически монотонности критерия ожидаемого эффекта [1.5]. Отсюда следует, что принцип максимума энтропии должен дополняться граничными условиями применимости этого критерия при выборе вероятностных распределений.

В случае же применения нечетких чисел к прогнозу параметров от ЛПР требуется не формировать точечные вероятностные оценки, а задавать *расчетный коридор* значений прогнозируемых параметров. Тогда ожидаемый эффект оценивается экспертом также как нечеткое число со своим расчетным разбросом (степенью нечеткости). Здесь возникают инженерные преимущества метода, основанного на нечеткостях, т.к. исследователь оперирует не косвенными оценками (куда относим и вероятности), а прямыми проектными данными о разбросе параметров, что есть хорошо известная практика интервального подхода к проектным оценкам.

Что же касается оценки риска принятия решения в условиях неопределенности, то субъектно-вероятностные и нечетко-множественные методы предоставляют исследователю здесь примерно одинаковые возможности. Степень устойчивости решений верифицируется в ходе анализа чувствительности решения к колебаниям исходных данных, и эта устойчивость может оцениваться аналитически.

Итак, на стороне вероятностных методов оказывается традиция, а на стороне нечетко-множественных подходов - удобства в инженерном применении и повышенная степень обоснованности, поскольку в нечетко-множественный расчет попадают **все возможные сценарии** развития событий (вообще говоря, образующие непрерывный спектр), чего не скажешь, например, о схеме Гурвица, настроенной на конечное дискретное множество сценариев. Ну и потом, за нечеткими множествами остается эксклюзив количественной интерпретации качественных факторов, выраженных в терминах естественного языка.

## 1.6. Роль предпочтений и ожиданий инвестора

Ответственность за принятое решение всегда лежит на том, кто его принимает. И в этом смысле ссылки инвестора на то, что «вот эти бумаги мне посоветовал купить консультант, а сейчас они упали, подать сюда консультанта», являются несостоятельными. Консультант не отвечает за решения инвестора, он отвечает только за *достоверность и полноту* той информации, что он выдает. Назвав какие-то акции «стоящими», консультант вовсе не гарантирует того, что они будут приносить доход. Также консультант не может гарантировать дохода по облигациям, так как он не страхует дефолтных рисков.

Поэтому, раз решение – это прерогатива самого инвестора, то и анализ своих собственных решений он должен проводить самостоятельно.

Например, рассматривая фундаментальные характеристики бумаги, инвестор оценивает текущее значение показателя Р/Е (цена к доходам), которое равно 20. «Много» это или «мало», вот вопрос. И вот на этом этапе инвестор может обратиться к консультанту. Точным ответом на вопрос инвестора будет *гистограмма*, где по оси Х отложены значения показателя Р/Е, а по оси Y – то, с какой относительной частотой выпадают те или иные значения показателя для предприятий той же отрасли, что и объект анализа.

Анализируя гистограмму, инвестор может задаться вопросом, почему одним компаниям позволено иметь большие значения Р/Е, а другим – меньшие, и какой уровень Р/Е следует считать объективным. Инвестор опять беспокоит своего консультанта, и тот выдает заключение. Оказывается, доходность бумаги состоит в обратном отношении к ее надежности, и зачастую люди покупают высококапитализированные компании, имея ввиду в первую очередь низкий риск дефолта, а во вторую очередь рассматривая уже

соображения, связанные с доходностью. Что до объективного уровня, то все зависит от периода анализа. Например, для высокотехнологичных компаний в 1999-2000 г.г. характерным уровнем Р/Е был уровень в несколько десятков единиц. Сегодня же типовое значение – 10-15, потому что произошла коррекция.

И вот инвестор созрел для того, чтобы принимать решение. Он говорит себе: «Сегодня у компании X цена акций \$20, а соотношение Р/Е составляет 41. Ее капитализация – 100 млрд долларов, однако *я считаю*, что компания все равно переоценена, и такой уровень Р/Е – *слишком высокий*. Для этой компании *я считаю* приемлемым диапазон Р/Е *порядка* 30-35. И даже если сегодня цена компании растет, *я тем не менее нахожу*, что этот рост *ненадежен* и может смениться спадом. Я буду покупать эти акции при целевой цене на уровне \$15-\$17, что соответствует моим ожиданиям».

Таким образом, инвестор произвел свою самостоятельную оценку ситуации и принял решение. При этом в основаниях этого решения мы можем увидеть:

- **ожидания** – связанные с перспективами роста данных акций;
- **нечеткую классификацию**, когда инвестор сопоставлял текущую капитализацию компании с ее Р/Е и производил анализ уровня показателя.

Как мы покажем дальше, все, что инвестор говорит на словах, он может вполне трансформировать в описания на языке математики. И тогда ожидания, предпочтения и нечеткие оценки, сделанные инвестором, явятся исходной информацией для моделирования предпосылок для принятия (непринятия) инвестиционного решения.

Оценивая акции, инвестор может производить и макроэкономические оценки, например, перспектив тех или иных отраслей или даже национальной экономики. Уже в том утверждении, что *США проходят фазу рецессии*, содержится огромное количество информации, которую необходимо учитывать для принятия решения. Подробно об этом можно прочесть в главе 9 книги, а сейчас ограничимся тем замечанием, что рецессия ставит одни отрасли в привилегированное положение, а другие отрасли оказываются ущемленными. Значит, идет межотраслевое перераспределение инвестиционных рисков, которое надо иметь в виду.

Инвестор, покупая или продавая акции, должен составить себе мнение о том, какой рынок сейчас одерживает победу – «медвежий» или «бычий». Это дает ему основания считать, «что на «медвежьем» рынке переоцененные активы, *скорее всего*, упадут, а недооцененные, если и упадут, то *неглубоко*. И наоборот: на «бычем» рынке недооцененные активы, *скорее всего*, возрастут, а *переоцененные*, если и возрастут, то *несильно*». Все, что отмечено курсивом в этих заковыченных предложениях, представляет собой предмет оценки инвестором текущего состояния рынка и его перспектив. Подробно об этом я пишу в конце главы 7 книги.



## Выводы

Фондовый рынок, как мы здесь показали, обладает существенным уровнем неопределенности, что влечет неустранимый риск, сопровождающий принятие инвестиционных решений. В ряде частных случаев традиционные методы анализа этого риска оказываются несостоятельными, так как они ориентируются на традиционный тип неопределенности, связанный с поведением однотипных объектов с неизменными свойствами. Связанные с такой банальной неопределенностью риски сравнительно легко оцениваются на базе широко известных методов теории вероятностей. Однако в большинстве случаев фондовый рынок является ненадлежащим объектом для классического статистического исследования, так как объекты выборки из генеральной совокупности не обладают свойством статистической однородности, а случайные процессы не имеют постоянных параметров, так что никакие статистические гипотезы о виде указанных процессов подтверждены быть не могут.

Таким образом, борьба с неопределенностью на фондовом рынке обнаруживает свою бесперспективность, если такую борьбу вести традиционными способами. Необходимо кардинально менять подход к моделированию имеющейся информационной ситуации. Какую роль в этом могут сыграть нечеткие множества, будет ясно из дальнейшего.

Мы разобрали здесь основные виды фондовых активов, пригодных для инвестиций, и показали, что каждому типу активов отвечает собственный набор инвестиционных рисков, и соотношение этих рисков колеблется не только от инструмента к инструменту, но и от страны к стране, от отрасли к отрасли и от эмитента к эмитенту. Всякой бумаге можно сопоставить *карту рисков*, где, наподобие мелей в фарватере реки, будут нанесены все уязвимые места данной бумаги. Однако создание такой карты требует кропотливого индивидуального анализа.

Мы видим, что информация, содержащаяся в предпочтениях и ожиданиях инвестора, представляет собой очень ценный материал для моделирования. И нечеткость этих оценок, выраженных на естественном языке, может найти свое органичное переложение в формализмы теории нечетких множеств.

## 2. Базовые нечеткие описания для фондового менеджмента

### 2.1. Понятие квазистатистики

Прежде чем вводить определение квазистатистики, целесообразно определиться с исходным термином «статистика». Этот термин многозначен и имеет огромное количество определений. Я привожу часть из них, цитируя [2.1].

«Цель статистики должна состоять в исследовании закономерностей во взаимосвязях и отношениях, выделении абсолютного в относительных явлениях, в исследовании постоянства среди непостоянного и узнавания во вновь найденном уже открытого закона (J. E. Worl. Eriaute-rungen zur Theorie der Statistik)».

«Слово <статистика> происходит от слова <государство> (state или Staat) и означает группу людей, живущих в общественном союзе; оно включает все характеристики их состояния (Encyclopaedia Britannica. 7th ed.)».

«Статистика — это наука, функцией которой является сбор и упорядочивание данных, относящихся к физическому, социальному, политическому, финансовому, интеллектуальному и моральному состоянию и ресурсам государства или народа (New American Encyclopaedia)».

«Статистика — методический индуктивный прием для нахождения и объяснения механизмов, действующих в человеческом обществе и природе, т. е. для вывода и объяснения законов, по которым эти механизмы функционируют, и для обнаружения и исследования причинной связи, которая имеется между отдельными феноменами природы и человеческого общества; а именно, такой прием, который ведет к точному количественному определению на основе систематических массовых наблюдений над этими феноменами (A. Wagner. Statistik. Bluntschli Brater's Deutsches Staatswörterbuch)».

«Статистика — это описание любого класса фактов, выраженных числами (H. C. Adams. Statistics. Johnson's Universal Cyclopaedia)».

«Статистика есть; 1. Толкуемое как единственное число. В современном употреблении — раздел исследований, имеющий в качестве объекта сбор и обработку числовых фактов или данных относительно либо сферы человеческой деятельности, либо явлений природы. 2. Толкуемое во множественном числе. Числовые факты или данные, собранные и расклассифицированные (New Oxford Dictionary)».

«Математическая статистика — раздел математики, посвященный математическим методам систематизации, обработки и использования статистических данных для научных и практических выводов. При этом статистическими данными называются сведения о числе объектов в какой-либо более или менее обширной совокупности,

обладающих теми или иными признаками (БСЭ, т. 26, 2-е изд., А, Н, Колмогоров. Математическая статистика).»

«Основным понятием математической статистики является выборка или совокупность наблюдений какого-либо количественного показателя (Ю. В. Линник. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений)».

«В наше время принято считать, что математическая статистика есть наука, изучающая теорию принятия решений в условиях неопределенности. Это определение математической статистики выкристаллизовывалось в результате многих лет ее развития. Достоинство этого определения состоит в том, что оно в сжатой и ясной форме излагает научное существо статистики (Г. Чернов, Л. Мозес. Элементарная теория статистических решений. 1962)».

«Статистику иногда определяют как искусство и науку количественной обработки наблюдений, подверженных изменениям (E. V. Lewis. Statistical Analysis. Ideas and Methods)».

«Как известно, статистику часто определяют как науку о методах исследования закономерностей массовых процессов. Для математической статистики это общее определение можно модифицировать следующим образом: математическая статистика есть наука о методах умозаключения, о свойствах соответствующей генеральной совокупности на основе наблюдений над репрезентативной выборочной совокупностью, причем данные наблюдений отбираются из генеральной совокупности в случайном порядке. Таким образом, основная задача математической статистики — разработка методов, позволяющих обобщать результаты наблюдений (З. Павловский. Введение в математическую статистику)».

Во всех перечисленных определениях есть *общее зерно*, которое собственно, и относится к статистике в самом общем смысле слова, и это зерно в следующем. Мы имеем некий набор наблюдений по одному объекту или по совокупности объектов. Причем мы предполагаем, что за случайной выборкой наблюдений из гипотетической их *генеральной совокупности* кроется некий фундаментальный **закон распределения**, который сохранит свою силу еще на определенный период времени в будущем, что позволит нам прогнозировать тренд будущих наблюдений и расчетный диапазон отклонений этих наблюдений от расчетных ожидаемых трендовых значений.

Если мы договорились, что все наблюдения совершались в неизменных однотипных внешних условиях и/или наблюдались объекты с одинаковыми свойствами по факту, например, их появления по одной и той же причине, то мы оцениваем и подтверждаем искомый закон распределения частотным методом. Разбивая весь допустимый диапазон наблюдаемого параметра на ряд равных интервалов, мы можем подсчитать, сколько наблюдений попало в каждый выбранный интервал, то есть

построить *гистограмму*. Известными методами мы можем перейти от гистограммы к *плотности вероятностного распределения*, параметры которого можно оптимальным образом подобрать. Таким образом, идентификация статистического закона завершена.

Если же мы имеем дело с «дурной» неопределенностью, когда у нас нет достаточного количества наблюдений, чтобы вполне корректно подтвердить тот или иной закон распределения, или мы наблюдаем объекты, которые, строго говоря, нельзя назвать однородными, тогда классической статистической выборки нет.

В то же время, мы, даже не имея достаточного числа наблюдений, склонны подразумевать, что за ними стоит проявление некоторого закона. Мы не можем оценить параметры этого закона вполне точно, но мы можем прийти к определенному соглашению о виде этого закона и о диапазоне разброса ключевых параметров, входящих в его математическое описание. И вот здесь уместно ввести понятие квазистатистики.

*Квазистатистика* – эта выборка наблюдений из их генеральной совокупности, которая считается недостаточной для идентификации вероятностного закона распределения с точно определенными параметрами, но признается достаточной для того, чтобы с той или иной субъективной степенью достоверности обосновать закон наблюдений в вероятностной или любой иной форме, причем параметры этого закона будут заданы по специальным правилам, чтобы удовлетворить требуемой достоверности идентификации закона наблюдений.

Такое определение квазистатистики дает расширительное понимание вероятностного закона, когда он имеет не только частотный, но и субъективно-аксиологический смысл. Здесь намечены контуры синтеза вероятности в классическом смысле - и вероятности, понимаемой как структурная характеристика познавательной активности эксперта-исследователя.

Также это определение намечает широкое поле для компромисса в том, что считать достаточным объемом выборки, а что – нет. Например, эксперт, оценивая финансовое положение предприятий машиностроительной отрасли, понимает, что каждое предприятие отрасли уникально, занимает свою рыночную нишу и т.д., и поэтому классической статистики нет, даже если выборка захватывает сотни предприятий. Тем не менее, эксперт, исследуя выборку какого-то определенного параметра, подмечает, что для большинства работающих предприятий значения данного параметра группируются внутри некоторого расчетного диапазона (рис. 2.1). И эта закономерность дает эксперту основания утверждать, что имеет место закон распределения, и далее эксперт может подыскивать этому закону вероятностную или, к примеру, нечетко-множественную форму.



**Рис 2.1. Группировка показателей внутри расчетного диапазона значений**

Аналогичные рассуждения можно провести, если эксперт наблюдает один параметр единичного предприятия, но во времени. Ясно, что в этом случае статистическая однородность наблюдений отсутствует, поскольку со временем непрерывно меняется рыночное окружение фирмы, условия ее хозяйствования, производственные факторы и т.д. Тем не менее, эксперт, оценивая *некоторое достаточно приличное количество* наблюдений, может сказать, что вот это состояние параметра *типично* для фирмы, а вот это – *из ряда вон*. Таким образом, эксперт высказывается о законе распределения параметра таким образом, что классифицирует все наблюдения нечетким, лингвистическим способом, и это уже само по себе есть факт генерации немаловажной для принятия решений информации. И, раз закон распределения сформулирован, то эксперт имел дело с квазистатистикой.

Понятие квазистатистики, введенное здесь, дает широкий простор для применения нечетких описаний для моделирования законов, по которым проявляется та или иная совокупность наблюдений. Строго говоря, не постулируя квазистатистики, нельзя вполне обоснованно с научной точки зрения моделировать неоднородные и ограниченные по объему наблюдения процессы, протекающие на фондовом рынке и в целом в экономике.

## 2.2. Ключевые понятия теории нечетких множеств

В монографиях [ПЗ, П4, П5], на которые я сослался в предисловии, основные нечеткие описания изложены предельно доходчиво. Однако некоторые важные формализмы, которые необходимы для нашего рассмотрения, опущены. Поэтому оказывается необходимым в порядке справки провести последовательное изложение основ теории нечетких множеств.

### 2.2.1. Носитель

*Носитель*  $U$  – это универсальное множество, к которому относятся все результаты наблюдений в рамках оцениваемой квазистатистики. Например, если мы наблюдаем возраст занятых в определенных отраслях экономики, то носитель – это отрезок вещественной оси [16, 70], где единицей измерения выступают годы жизни человека.

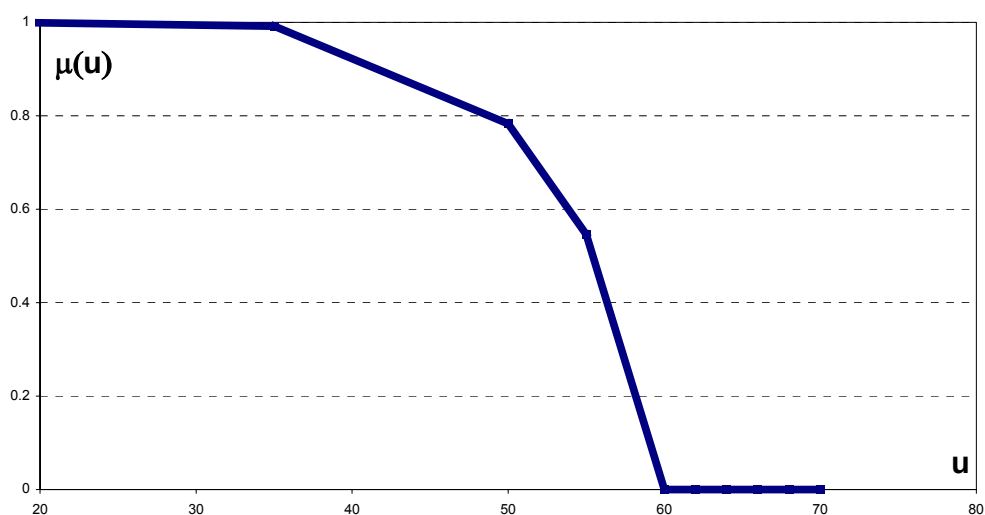
### 2.2.2. Нечеткое множество

*Нечеткое множество*  $A$  – это множество значений носителя, такое, что каждому значению носителя сопоставлена степень принадлежности этого значения множеству  $A$ . Например: буквы латинского алфавита  $X, Y, Z$  безусловно принадлежат множеству **Alphabet** = {A, B, C, X, Y, Z}, и с этой точки зрения множество **Alphabet** – четкое. Но если анализировать множество «**Оптимальный возраст работника**», то возраст 50 лет

принадлежит этому нечеткому множеству только с некоторой долей условности  $\mu$ , которую называют функцией принадлежности.

### 2.2.3. Функция принадлежности

Функция принадлежности  $\mu_A(u)$  – это функция, областью определения которой является носитель  $U$ ,  $u \in U$ , а областью значений – единичный интервал  $[0,1]$ . Чем выше  $\mu_A(u)$ , тем выше оценивается степень принадлежности элемента носителя  $u$  нечеткому множеству  $A$ . Например [2.2], на рис. 2.2 представлена функция принадлежности нечеткого множества «**Оптимальный возраст работающего**», полученная на основании опроса ряда экспертов.



**Рис. 2.2. Вид функции принадлежности**

Видно что возраст от 20 до 35 оценивается экспертами как бесспорно оптимальный, а от 60 и выше – как бесспорно неоптимальный. В диапазоне от 35 до 60 эксперты проявляют неуверенность в своей классификации, и структура этой неуверенности как раз и передается графиком функции принадлежности.

### 2.2.4. Лингвистическая переменная

Заде определяет лингвистическую переменную так:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle, \quad (2.1)$$

где  $\omega$  - название переменной,  $T$  – терм-множество значений, т.е. совокупность ее лингвистических значений,  $U$  – носитель,  $G$  – синтаксическое правило, порождающее термы множества  $T$ ,  $M$  – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению  $\omega$  ставит в соответствие его смысл  $M(\omega)$ , причем  $M(\omega)$  обозначает нечеткое подмножество носителя  $U$ .

К примеру, зададим лингвистическую переменную  $\Omega$  = «Возраст работника». Определим синтаксическое правило  $G$  как определение «оптимальный», налагаемое на переменную  $\Omega$ . Тогда полное терм-множество значений  $T = \{ T_1 = \text{Оптимальный возраст работника}, T_2 = \text{Неоптимальный возраст работника} \}$ . Носителем  $U$  выступает отрезок  $[20, 70]$ , измеряемый в годах человеческой жизни. И на этом носителе определены две функции принадлежности: для значения  $T_1$  -  $\mu_{T_1}(u)$ , она изображена на рис. 2.2, для  $T_1$  -  $\mu_{T_2}(u)$ , причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству  $M_1$ , а вторая –  $M_2$ . Таким образом, конструктивное описание лингвистической переменной завершено.

### 2.3.Операции над нечеткими подмножествами

Для классических множеств вводятся операции:

- **пересечение множеств** – операция над множествами  $A$  и  $B$ , результатом которой является множество  $C = A \cap B$ , которое содержит только те элементы, которые принадлежат и множеству  $A$  и множеству  $B$ ;
- **объединение множеств** - операция над множествами  $A$  и  $B$ , результатом которой является множество  $C = A \cup B$ , которое содержит те элементы, которые принадлежат множеству  $A$  или множеству  $B$  или обоим множествам;
- **отрицание множеств** - операция над множеством  $A$ , результатом которой является множество  $C = \neg A$ , которое содержит все элементы, которые принадлежат универсальному множеству, но не принадлежат множеству  $A$ .

Заде предложил набор аналогичных операций над нечеткими множествами через операции с функциями принадлежности этих множеств. Так, если множество  $A$  задано функцией  $\mu_A(u)$ , а множество  $B$  задано функцией  $\mu_B(u)$ , то результатом операций является множество  $C$  с функцией принадлежности  $\mu_C(u)$ , причем:

- если  $C = A \cap B$ , то  $\mu_C(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u))$ ; (2.2)

- если  $C = A \cup B$ , то  $\mu_C(u) = \max(\mu_A(u), \mu_B(u))$ ; (2.3)

- если  $C = \neg A$ , то  $\mu_C(u) = 1 - \mu_A(u)$ . (2.4)

### 2.4.Нечеткие числа и операции над ними

*Нечеткое число* – это нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее *нормальную* и *выпуклую* функцию принадлежности, то есть такую, что а) существует такое значение носителя, в котором функция

принадлежности равна единице, а также а) при отступлении от своего максимума влево или вправо функция принадлежности убывает.

Рассмотрим два типа нечетких чисел, которые нам понадобятся для дальнейшего.

### 2.4.1. Трапецевидное (трапезоидное) нечеткое число

Исследуем некоторую квазистатистику и зададим лингвистическую переменную  $\Omega$  = «Значение параметра  $U$ », где  $U$  – множество значений носителя квазистатистики. Выделим два терм-множества значений:  $T_1$  = « $U$  у лежит в диапазоне примерно от  $a$  до  $b$ » с нечетким подмножеством  $M_1$  и безмянное значение  $T_2$  с нечетким подмножеством  $M_2$ , причем выполняется  $M_2 = \neg M_1$ . Тогда функция принадлежности  $\mu_{T_1}(u)$  имеет трапезоидный вид, как показано на рис. 2.3.

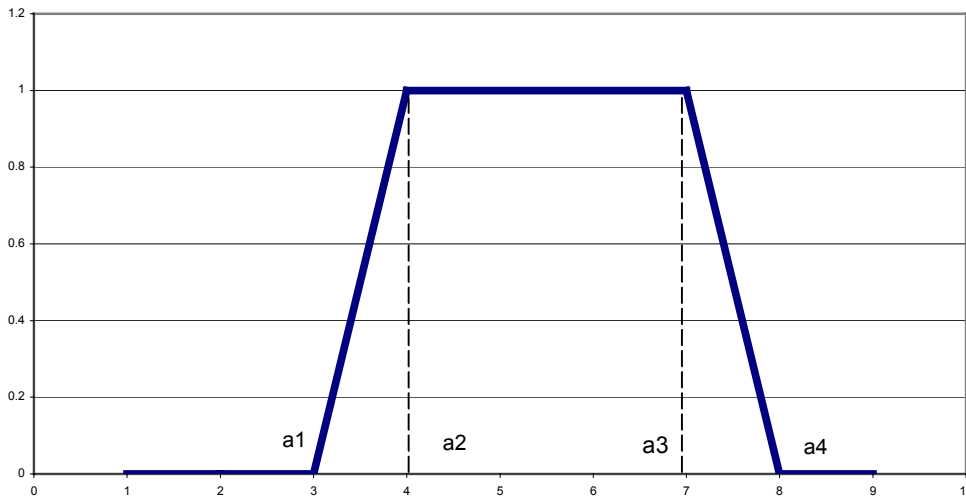


Рис. 2.3. Функция принадлежности трапецевидного нечеткого числа

Поскольку границы интервала заданы нечетко, то разумно ввести абсциссы вершин трапеции следующим образом:

$$a = (a_1 + a_2)/2, \quad b = (b_1 + b_2)/2, \quad (2.5)$$

при этом отстояние вершин  $a_1, a_2$  и  $b_1, b_2$  соответственно друг от друга обуславливается тем, что какую семантику мы вкладываем в понятие «*примерно*»: чем больше разброс квазистатистики, тем боковые ребра трапеции являются более пологими. В предельном случае понятие «*примерно*» выражается в понятие «*где угодно*».

Если мы оцениваем параметр качественно, например, высказавшись «Это значение параметра является *средним*», необходимо ввести уточняющее высказывание типа «*Среднее значение – это примерно от  $a$  до  $b$* », которое есть предмет экспертной оценки (нечеткой классификации), и тогда можно использовать для моделирования нечетких



классификаций трапезоидные числа. На самом деле, это самый естественный способ неуверенной классификации.

### 2.4.2. Треугольные нечеткие числа

Теперь для той же лингвистической переменной зададим терм-множество  $T_1 = \{U \text{ приблизительно равно } a\}$ . Ясно, что  $a \pm \delta \approx a$ , причем по мере убывания  $\delta$  до нуля степень уверенности в оценке растет до единицы. Это, с точки зрения функции принадлежности, придает последней треугольный вид (рис. 2.4), причем степень приближения характеризуется экспертом.

Треугольные числа – это самый часто используемый на практике тип нечетких чисел, причем чаще всего - в качестве прогнозных значений параметра.

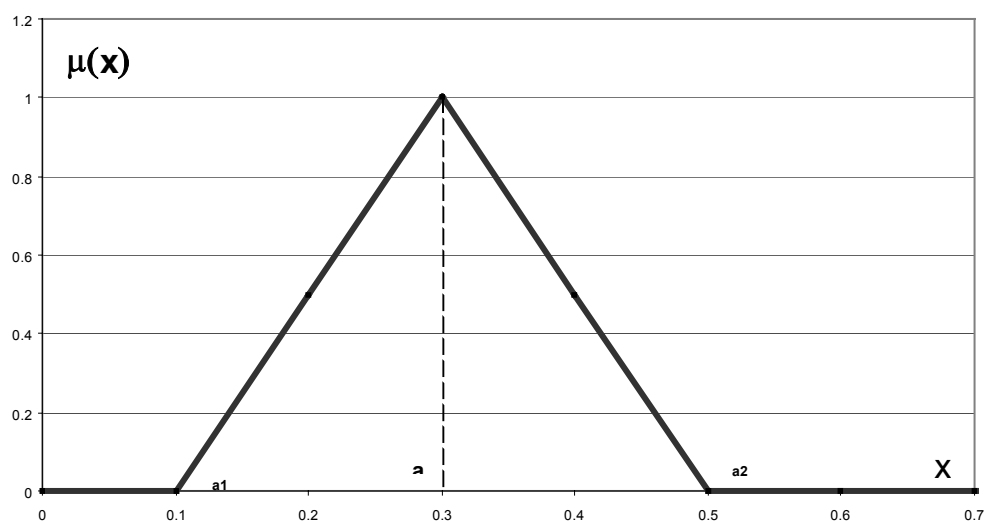


Рис. 2.4. Функция принадлежности треугольного нечеткого числа

### 2.4.3. Операции над нечеткими числами

Целый раздел теории нечетких множеств – мягкие вычисления (нечеткая арифметика) - вводит набор операций над нечеткими числами. Эти операции вводятся через операции над функциями принадлежности на основе так называемого **сегментного принципа**.

Определим *уровень принадлежности  $\alpha$*  как ординату функции принадлежности нечеткого числа. Тогда пересечение функции принадлежности с нечетким числом дает пару значений, которые принято называть *границами интервала достоверности*.

Зададимся фиксированным уровнем принадлежности  $\alpha$  и определим соответствующие ему интервалы достоверности по двум нечетким числам  $A$  и  $B$ :  $[a_1, a_2]$  и  $[b_1, b_2]$ , соответственно. Тогда основные операции с нечеткими числами сводятся к операциям с их интервалами достоверности. А операции с интервалами, в свою очередь, выражаются через операции с действительными числами - границами интервалов:

- операция "сложения":

$$[a_1, a_2] (+) [b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2], \quad (2.6)$$

- операция "вычитания":

$$[a_1, a_2] (-) [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1], \quad (2.7)$$

- операция "умножения":

$$[a_1, a_2] (\times) [b_1, b_2] = [a_1 \times b_1, a_2 \times b_2], \quad (2.8)$$

- операция "деления":

$$[a_1, a_2] (/) [b_1, b_2] = [a_1 / b_2, a_2 / b_1], \quad (2.9)$$

- операция "возведения в степень":

$$[a_1, a_2] (^) i = [a_1^i, a_2^i]. \quad (2.10)$$

Из существа операций с трапезоидными числами можно сделать ряд важных утверждений (без доказательства):

- действительное число есть частный случай треугольного нечеткого числа;
- сумма треугольных чисел есть треугольное число;
- треугольное (трапезоидное) число, умноженное на действительное число, есть треугольное (трапезоидное) число;
- сумма трапезоидных чисел есть трапезоидное число;
- сумма треугольного и трапезоидного чисел есть трапезоидное число.

Анализируя свойства нелинейных операций с нечеткими числами (например, деления), исследователи приходят к выводу, что форма функций принадлежности результирующих нечетких чисел часто близка к треугольной. Это прозвояет аппроксимировать результат, приводя его к треугольному виду. И, если приводимость налицо, тогда *операции с треугольными числами сводятся к операциям с абсциссами вершин их функций принадлежности.*

То есть, если мы вводим описание треугольного числа набором абсцисс вершин (а, b, с), то можно записать:

$$(a_1, b_1, c_1) + (a_2, b_2, c_2) \equiv (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (2.11)$$

Это – самое распространенное правило мягких вычислений.

## 2.5. Нечеткие последовательности, нечеткие прямоугольные матрицы, нечеткие функции и операции над ними

*Нечеткая последовательность* – это пронумерованное счетное множество нечетких чисел.

*Нечеткая прямоугольная матрица* – это дважды индексированное конечное множество нечетких чисел, причем первый индекс пробегает М строк, а второй - N столбцов. При этом, как и в случае матриц действительных чисел, операции над нечеткими прямоугольными матрицами сводятся к операциям над нечеткими компонентами этих матриц. Например,

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \otimes b_{11} \oplus a_{12} \otimes b_{21} & a_{11} \otimes b_{12} \oplus a_{12} \otimes b_{22} \\ a_{21} \otimes b_{11} \oplus a_{22} \otimes b_{21} & a_{21} \otimes b_{12} \oplus a_{22} \otimes b_{22} \end{pmatrix}, \quad (2.12)$$

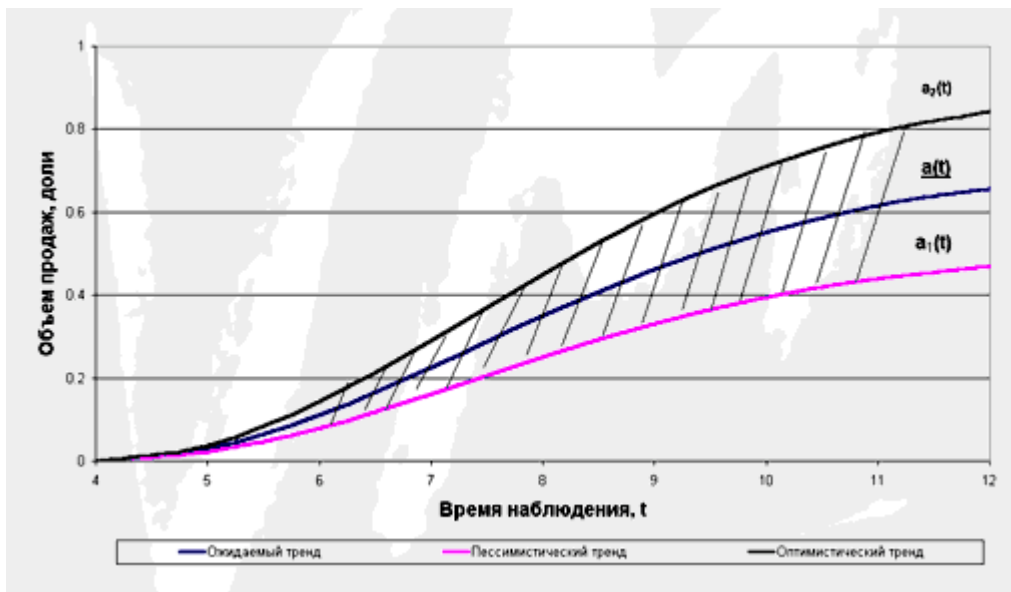
где все операции над нечеткими числами производятся так, как они введены параграфом выше.

*Поле нечетких чисел* – это несчетное множество нечетких чисел.

*Нечеткая функция* – это взаимно однозначное соответствие двух полей нечетких чисел. В наших приложениях область определения нечеткой функции является осью действительных чисел, то есть вырожденным случаем поля нечетких чисел, когда их треугольные функции принадлежности вырождаются в точку с координатами (а, 1).

Нечеткую функцию уместно назвать по типу тех чисел, которые характеризуют область ее значений. Если поле значений – это поле треугольных чисел, то и саму функцию уместно назвать *треугольной*.

Например [2.3], прогноз продаж компании (нарастающим итогом) задан тремя функциями вещественной переменной:  $f_1(T)$  – оптимистичный прогноз,  $f_2(T)$  – пессимистичный прогноз,  $f_3(T)$  – среднеожидаемые значения продаж, где Т – время прогноза. Тогда лингвистическая переменная «Прогноз продаж в момент Т» есть треугольное число (  $f_1(T)$ ,  $f_2(T)$ ,  $f_3(T)$  ), а все прогнозное поле есть треугольная нечеткая функция (рис. 2.5), имеющая вид криволинейной полосы.



**Рис. 2.5. Треугольная нечеткая функция.** *Источник: [2.3]*

Рассмотрим ряд операций над треугольными нечеткими функциями (утверждения приводятся без доказательства):

- **сложение:** сумма (разность) треугольных функций есть треугольная функция;
- **умножение на число** переводит треугольную функцию в треугольную функцию;
- **дифференцирование (интегрирование)** треугольной нечеткой функции проводится по правилам вещественного дифференцирования (интегрирования):

$$\frac{d}{dT} ( f_1(T), f_2(T), f_3(T) ) = ( \frac{d}{dT} f_1(T), \frac{d}{dT} f_2(T), \frac{d}{dT} f_3(T) ), \quad (2.13)$$

$$\int ( f_1(T), f_2(T), f_3(T) ) dT = ( \int f_1(T) dT, \int f_2(T) dT, \int f_3(T) dT ), \quad (2.14)$$

- функция, зависящая от нечеткого параметра, является нечеткой.

## 2.6.Вероятностное распределение с нечеткими параметрами

Пусть имеется квазистатистика и ее гистограмма и пусть одна из возможных плотностей вероятностной функции распределения, приближающая квазистатистику, обозначается нами как  $p(u, \aleph)$ , где  $u$  – значение носителя,  $u \in U$ ,  $\aleph = (x_1, \dots, x_N)$  - вектор параметров распределения размерностью  $N$ .

Произведем гипотетический эксперимент. Оценим вид функции распределения  $p(\bullet)$ , производя вариацию всех параметров вектора  $\aleph$ . При этом зададимся критерием правдоподобия нашего распределения – унимодальной гладкой функцией без изломов и разрывов (например, квадратичной многомерной параболой) - и пронормируем значение критерия. Например, если максимум правдоподобия имеет значение  $L$ , то вектор

параметров  $\mathcal{N}$  приобретает значение, которое мы будем называть *контрольной точкой* или *точкой ожидания* с координатами  $(x_{1L}, \dots, x_{NL})$ . Мы можем производить нормирование правдоподобия, задавшись некоторым процентом максимума правдоподобия, ниже которого наши вероятностные гипотезы бракуются. Тогда всем правдоподобным вероятностным гипотезам отвечает множество векторов  $\mathcal{N}'$ , которое в  $N$ -мерном фазовом пространстве представляет собой выпуклую область с нелинейными границами.

Впишем в эту область  $N$ -мерный параллелепипед максимального объема, грани которого сориентированы параллельно фазовым осям. Тогда этот параллелепипед представляет собой усечение  $\mathcal{N}'$  и может быть описан набором интервальных диапазонов по каждой компоненте

$$\mathcal{N}'' = (x_{11}, x_{12}; x_{21}, x_{22}; \dots x_{N1}, x_{N2}) \in \mathcal{N}'. \quad (2.15)$$

Назовем  $\mathcal{N}''$  *зоной предельного правдоподобия*. Разумеется, контрольная точка попадает в эту зону, то есть выполняется

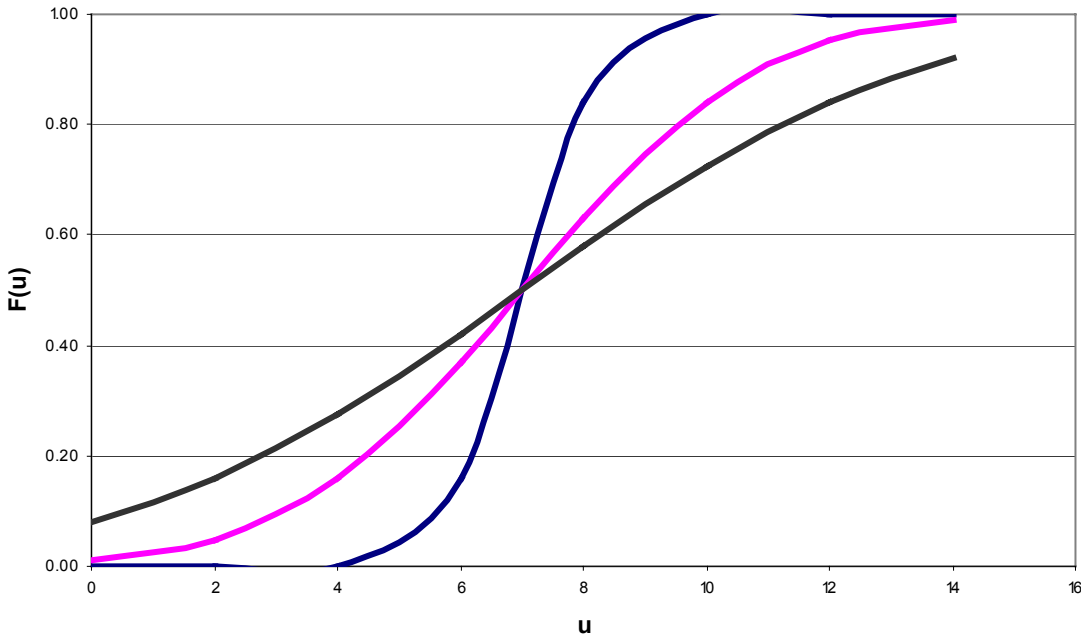
$$x_{11} \leq x_{1L} \leq x_{12}, \dots, x_{N1} \leq x_{NL} \leq x_{N2}, \quad (2.16)$$

что вытекает из унимодальности и гладкости критерия правдоподобия.

Тогда мы можем рассматривать числа  $(x_{i1}, x_{iL}, x_{i2})$  как треугольные нечеткие параметры плотности распределения, которая и сама в этом случае имеет вид нечеткой функции. А зона предельного правдоподобия тогда есть не что иное, как *нечеткий вектор*.

Мы видим, что полученное вероятностное распределение имеет не только частотный, но и субъективный смысл, так как зона предельного правдоподобия зависит от того, как мы бракуем вероятностные гипотезы. Представляется, что такое описание всецело отвечает природе квазистатистики, как мы ее здесь вводим. Чем хуже условия для выдвижения правдоподобных вероятностных гипотез, чем тяжелее обосновывать такое правдоподобие, - тем большее значение занимает фактор экспертной оценки. То вероятностное описание, что мы имеем в итоге, - это гибрид, который обещает быть плодотворным.

В качестве примера можно рассмотреть нормальный закон распределения с нечетким среднеквадратическим отклонением (рис. 2.6). Эта нечеткая функция не имеет полосового вида. И тут замое время заметить, что *функция с треугольными нечеткими параметрами в общем случае сама не является треугольной и к треугольному виду не приводится*.



**Рис. 2.6. Нечеткая функция вероятностного распределения**

Зато выполняется **нормировочное условие**:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(u, \mathfrak{N}) du = 1, \quad (2.17)$$

где правая часть представляет собой нечеткое число с вырожденной в точку функцией принадлежности. Интеграл же, не определенный для не четких функций общего вида, представляет здесь предел сумм

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(u, \mathfrak{N}) du = \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \sum_{(\Delta u)} (p(u, \mathfrak{N}) + p(u + \Delta u, \mathfrak{N})) \frac{\Delta u}{2} \quad (2.18)$$

## 2.7. Нечеткие знания

Назовем **формальным знанием** высказывание естественного языка, обладающее следующей структурой:

$$\text{ЕСЛИ } (A_1 \Psi_1 A_2 \Psi_2 \dots A_{N-1} \Psi_{N-1} A_N), \text{ ТО } B, \quad (2.19)$$

где  $\{A_i\}$ ,  $B$  – атомарные высказывания (предикаты),  $\Psi_i$  – логические связки вида И/ИЛИ,  $N$  – размерность условия, причем атомарные высказывания – это

$$a \Theta X, \quad (2.20)$$

где  $a$  – определяемый объект (аргумент),  $\Theta$  - логическая связка принадлежности вида ЕСТЬ/НЕ ЕСТЬ,  $X$  – обобщение (класс объектов). Также соблюдается правило очередности в рассмотрении фразы для понимания: сначала все связки И применяются к двум смежным предикатам, а затем все связки ИЛИ применяются к результатам предшествующих операций.

Например, классический вывод «Если Сократ человек, а человек смертен, то и Сократ смертен» можно преобразовать к структуре формального знания по следующим правилам:

- вводится два класса объектов  $X_1 = \text{«Человек (Люди)»}$  и  $X_2 = \text{«Смертный (-ая, -ое)»}$ ;
- рассматриваются два аргумента:  $a_1 = \text{«Сократ»}$ ,  $a_2 = \text{«Человек»} = X_1$ .

Тогда наше знание имеет формулу

$$\begin{array}{l} \text{ЕСЛИ } a_1 \text{ ЕСТЬ } X_1 \text{ И } (a_2 = X_1) \text{ ЕСТЬ } X_2 \\ \text{ТО } a_1 \text{ ЕСТЬ } X_2 \end{array} \quad (2.21)$$

Очень часто в структуре знаний классы объектов являются нечеткими понятиями. Также высказывающиеся лица могут делать выводы, содержащие элементы неуверенности, оценочности. Это заставляет нас переходить от знаний в классическом понимании к знаниям нечетким.

Введем следующий набор лингвистических переменных со своим термножеством значений:

$$\Theta = \text{Отношение принадлежности} = \{\text{Принадлежит, Скорее всего принадлежит, Вероятно принадлежит,....., Вероятно не принадлежит, Скорее всего не принадлежит, Не принадлежит}\} \quad (2.22)$$

$$\Delta = \text{Отношение следования} = \{\text{Следует, Скорее всего следует, Вероятно следует,....., Вероятно не следует, Скорее всего не следует, Не следует}\} \quad (2.23)$$

$$\text{AND/OR} = \text{Отношение связи} = \{\text{И/ИЛИ, Скорее всего И/ИЛИ, Вероятно И/ИЛИ,.....}\} \quad (2.24)$$

Вводя эти переменные, мы предполагаем, что они содержат произвольное число оттеночных значений, ранжированных по силе (слабости) в определенном порядке. Носителем этих переменных может выступать единичный интервал.

Тогда под **нечетким знанием** можно понимать следующий формализм:

$$\text{ЕСЛИ } (a_1 \Theta_1 X_1 \Psi_1 a_2 \Theta_2 X_2 \Psi_2 \dots a_N \Theta_N X_N) \Delta a_{N+1} \Theta_{N+1} X_{N+1}, \quad (2.25)$$

где  $a_i$ ,  $X_i$  – значения своих лингвистических переменных,  $\Theta_i$  – значение переменной принадлежности из  $\Theta$ ,  $\Psi_1$  – значение переменной связи из **AND/OR**,  $\Delta$  – терм-значение переменной следования из  $\Delta$ .

Характерным примером нечеткого знания является высказывание типа: «Если *ожидаемое в ближайшей перспективе* отношение цены акции к доходам по ней *порядка 10*, и (*хотя и не обязательно*) капитализация этой компании *на уровне 10 млрд. долларов*, то, *скорее всего*, эти акции следует покупать». Курсивом обозначены все оценки, которые делают это знание нечетким.

Поскольку нечеткое знание определяется через лингвистические переменные, то и операции нечеткого логического вывода можно количественно определить на базе операций с соответствующими функциями принадлежности. Однако детальное рассмотрение этого вопроса мы опускаем.

С некоторых пор нечеткие знания начали активно применяться для выработки брокерских рекомендаций по приобретению (удержанию, продаже) ценных бумаг. Например, монография [2.4] рассматривает вопрос о целесообразности инвестирования в фондовые активы в зависимости от характера экономического окружения, причем параметры этого окружения являются нечеткими значениями. На сайте [2.5] автор вышеупомянутой монографии поддерживает бюллетень макроэкономических индикаторов и соответствующих условий инвестирования на тех или иных рынках.

Таким образом, мы завершили рассмотрение базовых формализмов теории нечетких множеств и можем переходить к непосредственному изложению предмета настоящей монографии.

## Выводы

Теория нечетких множеств открывает новые возможности для интерпретации наблюдений, полученных опытным путем, потому что дает исследователю основания для анализа неоднородных и недостаточных выборок, которые классическая теория вероятности законно игнорирует.

Появляется простор для великого компромисса, когда исходная «дурная» неопределенность начинает работать на правах неопределенности канонической, но в модели попадают нечеткости, которые выражают степень субъективной уверенности эксперта в своей правоте. Тем самым неопределенность проходит структуризацию, получая формально описанную границу, отделяющую нашу уверенность от неуверенности, знание от незнания. Законы, выраженные в нечеткой или нечетко-



вероятностной форме, являют собой синтез объективных и субъективных моделей. Таким образом, активность эксперта не игнорируется, а приобретает модельные формы.

Также надо отметить, что огромное количество вероятностных приложений в экономике опирается на наивные представления практиков о том, что их вероятностные гипотезы не требуют подтверждения правдоподобия. Если бы вопрос о подтверждении гипотез встал ребром и встал так, как это понимают классики математической статистики, то можно уверенно утверждать, что львиная доля вероятностных гипотез в экономике была бы забракована. Категория квазистатистики позволяет получить оценку правдоподобия в новом качестве, в новом смысле, с оттенком субъективного доверия эксперта к полученным им гипотезам.

Нечеткие знания, которые также здесь рассмотрены, являются инструментом для принятия инвестиционных решений. На этих знаниях могут быть организованы специализированные экспертные системы, реализующие механизм нечетко-логического вывода. Простейший пример такого рода системы мы находим на сайте [2.6].

### 3. Комплексный финансовый анализ эмитента ценных бумаг

#### 3.1. Подходы к комплексному финансовому анализу

##### 3.1.1. Риск банкротства эмитента

Главное внимание инвестора в ценные бумаги эмитента должно быть сфокусировано на финансовом здоровье эмитента. Вкладывая деньги, инвестор рассчитывает получить доход в форме дивидендов по акциям, процентов по долговым обязательствам, как и в виде курсового роста соответствующих инвестиционных инструментов. Ухудшение финансового здоровья эмитента, сопровождающееся ростом его долгов, вызывает риск срыва платежей по обязательствам, прекращения любых выплат и сворачивания деятельности неудачливого субъекта рынка. Иными словами, возникает риск банкротства.

Согласно российскому законодательству [3.1], несостоятельность (банкротство) - признанная арбитражным судом или объявленная должником неспособность должника в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам и (или) исполнить обязанность по уплате обязательных платежей.

Задача определения степени риска банкротства является актуальной как для собственников предприятия, так и для его кредиторов. Поэтому вызывают интерес любые научно обоснованные методики оценки риска банкротства.

Степень риска банкротства – это комплексный показатель, характеризующий как финансовое положение предприятия, так и качество управления им, которое, в конечном счете, получает свое выражение в финансовом эквиваленте, но не исчерпывается одними лишь финансовыми последствиями.

Так, безалаберное одалживание средств у банков рано или поздно приведет к тому, что объем заемных средств превысит реальные возможности предприятия по расчетам с кредиторами. Это означает потерю финансовой устойчивости, которая легко измерима по балансу фирмы. Но корень проблемы находится не в самих финансах, а в неадекватных способах управления ими. Финансы – только зеркало проблемы, которую необходимо решать зачастую даже не финансовыми средствами (например – уволить некомпетентного менеджера).

В практике финансового анализа очень хорошо известен ряд показателей, характеризующих отдельные стороны текущего финансового положения предприятия. Сюда относятся показатели ликвидности, рентабельности, устойчивости, оборачиваемости капитала, прибыльности и т.д. По ряду показателей известны некие нормативы, характеризующие их значение положительно или отрицательно. Например, когда собственные средства предприятия превышают половину всех пассивов,

соответствующий этой пропорции коэффициент автономии больше 0.5, и это его значение считается "хорошим" (соответственно, когда оно меньше 0.5 - "плохим"). Но в большинстве случаев показатели, оцениваемые при анализе, однозначно нормировать невозможно. Это связано со спецификой отраслей экономики, с текущими особенностями действующих предприятий, с состоянием экономической среды, в которой они работают.

Тем не менее, любое заинтересованное положением предприятия лицо (руководитель, инвестор, кредитор, аудитор и т.д.), далее именуемое лицом, принимающим решения (ЛПР), не довольствуется простой количественной оценкой показателей. Для ЛПР важно знать, приемлемы ли полученные значения, хороши ли они, и в какой степени. Кроме того, ЛПР стремится установить логическую связь количественных значений показателей выделенной группы с риском банкротства. То есть ЛПР не может быть удовлетворено бинарной оценкой "хорошо - плохо", его интересуют оттенки ситуации и экономическая интерпретация этих оттеночных значений. Задача осложняется тем, что показателей много, изменяются они зачастую разнонаправленно, и поэтому ЛПР стремится *"свернуть"* набор всех исследуемых частных финансовых показателей в **один комплексный**, по значению которого и судить о степени благополучия ("живучести") фирмы и о том, насколько далеко или близко предприятие отстоит от банкротства.

### ***3.1.2. Проблемы анализа риска банкротства предприятия***

Успешный анализ риска банкротства предприятия возможен лишь на основе следующих основных предпосылок:

1. В основу анализа ложатся результаты наблюдения предприятия за возможно более долгий период времени.
2. Учетные формы, используемые при анализе, должны достоверно отображать подлинное финансовое состояние предприятия.
3. Для анализа используются лишь те показатели, которые в наибольшей степени критичны с точки зрения их **относимости** к банкротству данного предприятия. А это возможно, когда ЛПР оценивает не только финансовое состояние предприятие, но и его отраслевое положение.
4. Лицо, производящее анализ, должно располагать представительной статистикой банкротств, которая также должна быть верифицирована на относимость к банкротству данного предприятия – с точки зрения отрасли, страны и периода времени, за который проводится анализ.

Все перечисленное говорит о том, что эксперт-аналитик должен составить представление о том, что является «хорошим» или «плохим» в масштабе отрасли, к которой относится данное предприятие.

Так, например, инвестор в ценные бумаги должен следить за тем, как ключевое отношение цены акции к доходам по ней для предприятия соотносится с тем же для сектора экономики, к которому оно относится. Такая информация содержится практически на всех крупных американских финансовых Интернет-сайтах, а кое-где, например на сайте [3.2], проводится сопоставление двух уровней показателей и делается заключение о том, в какой качественной степени эти уровни отстоят друг от друга.

Применительно к развитым странам мира проблема снабжения заинтересованных лиц полной и обновляемой экономической статистикой успешно решена. Так [3.3], 9000 американских акционерных обществ, чьи акции котируются на ведущих биржах страны, классифицированы и отнесены к 9 отраслям и 31 индустриальной экономической группе. По каждой из этих групп доступна информация по широкому спектру финансовых показателей деятельности группы, полученных как средневзвешенное по всем предприятиям, входящим в эту группу. Такая масштабная база для сопоставительного анализа позволяет ЛПР принимать уверенные решения. В России подобная работа только начинается, поэтому при классификации показателей следует опираться не столько на статистику, сколько на мнение экспертов, располагающих многолетним фактическим опытом финансового анализа предприятий.

Рассмотрим теперь, как указанные проблемы анализа разрешаются в развитых странах мира.

### *3.1.3. Существующие методы анализа риска банкротства*

Наиболее широко распространенным подходом к анализу риска банкротства предприятия является **подход Альтмана [4]**, который состоит в следующем:

- Применительно к данной стране и к интервалу времени формируется набор отдельных финансовых показателей предприятия, которые на основании предварительного анализа имеют наибольшую относимость к свойству банкротства. Пусть таких показателей  $N$ .
- В  $N$ -мерном пространстве, образованном выделенными показателями, проводится гиперплоскость, которая наилучшим образом отделяет успешные предприятия от предприятий-банкротов, на основании данных исследованной статистики. Уравнение этой гиперплоскости имеет вид

$$Z = \sum_{(i)} \alpha_i \times K_i, \quad (3.1)$$

где  $K_i$  - функции показателей бухгалтерской отчетности,  $\alpha_i$  - полученные в результате анализа веса.

- Осуществляя параллельный перенос плоскости (3.1), можно наблюдать, как перераспределяется число успешных и неуспешных предприятий, попадающих в ту

или иную подобласть, отсеченную данной плоскостью. Соответственно, можно установить пороговые нормативы  $Z_1$  и  $Z_2$ : когда  $Z < Z_1$ , риск банкротства предприятия высок, когда  $Z > Z_2$  - риск банкротства низок,  $Z_1 < Z < Z_2$  - состояние предприятия не определимо.

Отмеченный подход, разработанный в 1968 г. Эдвардом Альтманом, был применен им самим в том же году применительно к экономике США. В результате появилось широко известная формула:

$$Z = 1.2K_1 + 1.4K_2 + 3.3K_3 + 0.6K_4 + 1.0K_5, \quad (3.2)$$

где:

$K_1$  = собственный оборотный капитал/сумма активов;

$K_2$  = нераспределенная прибыль/сумма активов;

$K_3$  = прибыль до уплаты процентов/сумма активов;

$K_4$  = рыночная стоимость собственного капитала/заемный капитал;

$K_5$  = объем продаж/сумма активов.

Интервальная оценка Альтмана: при  $Z < 1.81$  – высокая вероятность банкротства, при  $Z > 2.67$  – низкая вероятность банкротства.

Позже (1983) Альтман распространил свой подход на компании, чьи акции не котируются на рынке. Соотношение (3.2) в этом случае приобрело вид

$$Z = 0.717K_1 + 0.847K_2 + 3.107K_3 + 0.42K_4 + 0.995K_5. \quad (3.3)$$

Здесь  $K_4$  - уже балансовая стоимость собственного капитала в отношении к заемному капиталу. При  $Z < 1.23$  Альтман диагностирует высокую вероятность банкротства.

Подход Альтмана, называемый также методом дискриминантного анализа, был впоследствии применен самим Альтманом и его последователями в ряде стран (Англия, Франция, Бразилия и т.п.). Так, например Тоффлер и Тисшоу [3.5], для случая Великобритании получили следующую зависимость:

$$Z = 0.53K_1 + 0.13K_2 + 0.18K_3 + 0.16K_4, \quad (3.4)$$

где

$K_1$  = прибыль от реализации /краткосрочные обязательства;

$K_2$  = оборотный капитал/сумма обязательств;

$K_3$  = краткосрочные обязательства / сумма активов;

$K_4$  = объем продаж/сумма активов.

При  $Z > 0.3$  исследователи признают вероятность банкротства низкой.

Приведем еще ряд аналогичных моделей:

**Модель Лиса:**

$$Z = 0.063K_1 + 0.092K_2 + 0.057K_3 + 0.001K_4, \quad (3.5)$$

где

$K_1$  = оборотный капитал/сумма активов;

$K_2$  = прибыль от реализации/сумма активов;

$K_3$  = нераспределенная прибыль/ сумма активов;

$K_4$  = рыночная стоимость собственного капитала/заемный капитал.

При  $Z < 0.037$  – высокая вероятность банкротства.

**Модель Чессера:**

$$P = \frac{1}{1 + e^Y}, \quad (3.6)$$

где

$$Y = -2.0434 - 5.24K_1 + 0.0053K_2 - 6.6507K_3 + 4.4009K_4 - 0.07915K_5 - 0.102K_6, \quad (3.7)$$

$K_1$  = быстрореализуемые активы/сумма активов;

$K_2$  = объем продаж/ быстрореализуемые активы;

$K_3$  = валовая прибыль/ сумма активов;

$K_4$  = заемный капитал / сумма активов;

$K_5$  = основной капитал / чистые активы;

$K_6$  = оборотный капитал / объем продаж.

При  $P > 0.5$  – высокая вероятность банкротства.

Первым российским опытом применения подхода Альтмана является сравнительно недавно разработанная модель **Давыдовой-Беликова [3.6]:**

$$Z = 8.38K_1 + 1.0K_2 + 0.054K_3 + 0.63K_4, \quad (3.8)$$

где

$K_1$  = оборотный капитал/сумма активов;

$K_2$  = чистая прибыль/собственный капитал;

$K_3$  = объем продаж/ сумма активов;

$K_4$  = чистая прибыль/себестоимость.

При:  $Z < 0$  - вероятность банкротства максимальная ( $0.9 - 1$ ),  $0 < Z < 0.18$  - вероятность банкротства высокая ( $0.6 - 0.8$ ),  $0.18 < Z < 0.32$  - вероятность банкротства средняя ( $0.35 - 0.5$ ),  $0.32 < Z < 0.42$  - вероятность банкротства низкая ( $0.15 - 0.20$ ),  $Z > 0.42$  - вероятность банкротства незначительна (до  $0.1$ ).

Сопоставление данных, полученных для ряда стран, показывает, что веса в  $Z$  - свертке и пороговый интервал  $[Z_1, Z_2]$  сильно разнятся не только от страны к стране, но и от года к году в рамках одной страны (можно сопоставить выводы Альтмана о положении предприятий США за 10 лет анализа). Получается, что подход Альтмана **не обладает устойчивостью к вариациям в исходных данных**. Статистика, на которую опирается Альтман и его последователи, возможно, и репрезентативна, но она не обладает важным свойством статистической однородности выборки событий. Одно дело, когда статистика применяется к выборке радиодеталей из одной произведенной партии, а другое, - когда она применяется к фирмам с различной организационно-технической спецификой, со своими уникальными рыночными нишами, стратегиями и целями, фазами жизненного цикла и т.д. Здесь невозможно говорить о статистической однородности событий, и, следовательно, допустимость применения вероятностных методов, самого термина "вероятность банкротства" ставится под сомнение [3.7].

В ходе использования методов Альтмана часто возникают передержки. В переводной литературе по финансовому анализу, а также во всевозможных российских компиляциях часто встретишь формулу Альтмана образца 1968 года, и ни слова не говорится о допустимости этого соотношения в анализе ожидаемого банкротства. С таким же успехом в формуле Альтмана могли бы стоять *любые другие* веса, и это было бы столь же справедливо в отношении российской специфики, как и исходные веса.

Разумеется, мы вправе ожидать, что чем выше, скажем, уровень финансовой автономии предприятия, тем дальше оно отстоит от банкротства. Это же выражают все монотонные зависимости, полученные на основе подхода Альтмана. Но сколь в действительности велика эта дистанция – вопрос этот, скорее всего, не будет решен даже тогда, когда появится полноценная представительная статистика российских банкротств.

Подход Альтмана имеет право на существование, когда в наличии (или обосновываются модельно) однородность и репрезентативность событий выживания/банкротства. Но ключевым ограничением этого метода является даже не проблема качественной статистики. Дело в том, что классическая вероятность - это характеристика не отдельного объекта или события, а характеристика *генеральной совокупности событий*. Рассматривая отдельное предприятие, мы вероятностно описываем его отношение к полной группе. Но уникальность всякого предприятия в том, что оно может выжить и при очень слабых шансах, и, разумеется, наоборот. Единичность судьбы предприятия подталкивает исследователя присмотреться к предприятию пристальнее, расшифровать его уникальность, его специфику, а не "стричь под одну гребенку"; не искать похожести, а, напротив, диагностировать и описывать отличия. При

таком подходе статистической вероятности места нет. Исследователь интуитивно это чувствует и переносит акцент с *прогнозирования* банкротства (которое при отсутствии полноценной статистики оборачивается гаданием на кофейной гуще) на *распознавание* сложившейся ситуации с определением дистанции, которая отделяет предприятие от состояния банкротства.

Исследователь, анализируя близкие в рыночном смысле предприятия, модельно обосновывает их квазиоднородность в пределах заданной выборки. Исследователь собирает квазистатистику в том смысле, как она понимается в главе 2 этой книги. И тогда сопоставительный анализ предприятий выборки и их нечеткая классификация по уровню отдельных финансовых показателей становятся научно обоснованным делом.

В близком направлении двигаются подходы, которые можно условно назвать «качественными». Они основываются на изучении отдельных характеристик, присущих бизнесу, развивающемуся по направлению к банкротству. Если для исследуемого предприятия характерно наличие таких характеристик, можно дать экспертное заключение о неблагоприятных тенденциях развития. При этом надо отметить, что при анализе рассматриваются *не только финансовые показатели, но и показатели, характеризующие уровень менеджмента на предприятии.*

Одним из «качественных» подходов является **подход Аргенти** (цитируется по [3.8]). Суть его в следующем.

Исследование в рамках подхода начинается с предположений, что (а) идет процесс, ведущий к банкротству, (б) процесс этот для своего завершения требует нескольких лет и (в) процесс может быть разделен на три стадии:

1. *Недостатки.* Компании, скатывающиеся к банкротству, годами демонстрируют ряд недостатков, очевидных задолго до фактического банкротства.
2. *Ошибки.* Вследствие накопления этих недостатков компания может совершить ошибку, ведущую к банкротству (компания, не имеющие недостатков, не совершают ошибок, ведущих к банкротству).
3. *Симптомы.* Совершенные компанией ошибки начинают выявлять все известные симптомы приближающейся неплатежеспособности: ухудшение показателей (скрытое при помощи "творческих" расчетов), признаки недостатка денег. Эти симптомы проявляются в последние два или три года процесса, ведущего к банкротству, который часто растягивается на срок от пяти до десяти лет.

При расчете А-счета конкретной компании необходимо ставить либо количество баллов согласно Аргенти, либо 0 – промежуточные значения не допускаются. Каждому фактору каждой стадии присваивают определенное количество баллов и рассчитывают агрегированный показатель – А-счет.

Метод А-счета для предсказания банкротства представлен таблицей 3.1.



Также в качестве примера одного из качественных подходов следует упомянуть **рекомендации Комитета по обобщению практики аудирования (Великобритания)**, содержащие перечень критических показателей для оценки возможного банкротства предприятия (цитируется по [3.8]). В.В. Ковалев [3.9], основываясь на разработках западных аудиторских фирм и преломляя эти разработки к отечественной специфике бизнеса, предложил следующую двухуровневую систему показателей.

К первой группе относятся критерии и показатели, неблагоприятные текущие значения или складывающаяся динамика изменения которых свидетельствуют о возможных в обозримом будущем значительных финансовых затруднениях, в том числе и банкротстве. К ним относятся:

- повторяющиеся существенные потери в основной производственной деятельности;
- превышение некоторого критического уровня просроченной кредиторской задолженности;
- чрезмерное использование краткосрочных заемных средств в качестве источников финансирования долгосрочных вложений;
- устойчиво низкие значения коэффициентов ликвидности;
- хроническая нехватка оборотных средств;
- устойчиво увеличивающаяся до опасных пределов доля заемных средств в общей сумме источников средств;
- неправильная реинвестиционная политика;
- превышение размеров заемных средств над установленными лимитами;
- хроническое невыполнение обязательств перед инвесторами, кредиторами и акционерами (в отношении своевременности возврата ссуд, выплаты процентов и дивидендов);
- высокий удельный вес просроченной дебиторской задолженности;
- наличие сверхнормативных и залежалых товаров и производственных запасов;
- ухудшение отношений с учреждениями банковской системы;
- использование (вынужденное) новых источников финансовых ресурсов на относительно невыгодных условиях;
- применение в производственном процессе оборудования с истекшими сроками эксплуатации;
- потенциальные потери долгосрочных контрактов;
- неблагоприятные изменения в портфеле заказов.

Во вторую группу входят критерии и показатели, неблагоприятные значения которых не дают основания рассматривать текущее финансовое состояние как критическое. Вместе с тем, они указывают, что при определенных условиях или непринятии действенных мер ситуация может резко ухудшиться. К ним относятся:

- потеря ключевых сотрудников аппарата управления;
- вынужденные остановки, а также нарушения производственно-технологического процесса;

Таблица 3.1

<b>Индикаторы</b>	<b>Ваш балл</b>	<b>Балл согласно Аргенти</b>
<u>Недостатки</u>		
Директор-автократ		8
Председатель совета директоров является также директором		4
Пассивность совета директоров		2
Внутренние противоречия в совете директоров (из-за различия в знаниях и навыках)		2
Слабый финансовый директор		2
Недостаток профессиональных менеджеров среднего и нижнего звена (вне совета директоров)		1
Недостатки системы учета:		3
Отсутствие бюджетного контроля		
Отсутствие прогноза денежных потоков		3
Отсутствие системы управленческого учета затрат		3
Вялая реакция на изменения (появление новых продуктов, технологий, рынков, методов организации труда и т.д.)		15
Максимально возможная сумма баллов		43
“Проходной балл”		10
<i>Если сумма больше 10, недостатки в управлении могут привести к серьезным ошибкам</i>		
<u>Ошибки</u>		
Слишком высокая доля заемного капитала		15
Недостаток оборотных средств из-за слишком быстрого роста бизнеса		15
Наличие крупного проекта (провал такого проекта подвергает фирму серьезной опасности)		15
Максимально возможная сумма баллов		45
“Проходной балл”		15
<i>Если сумма баллов на этой стадии больше или равна 25, компания подвергается определенному риску</i>		
<u>Симптомы</u>		
Ухудшение финансовых показателей		4
Использование “творческого бухучета”		4
Нефинансовые признаки неблагополучия (ухудшение качества, падение “боевого духа” сотрудников, снижение доли рынка)		4
Окончательные симптомы кризиса (судебные иски, скандалы, отставки)		3
Максимально возможная сумма баллов		12
Максимально возможный А-счет		100
“Проходной балл”		25
Большинство успешных компаний		5-18
Компании, испытывающие серьезные затруднения		35-70
Если сумма баллов более 25, компания может обанкротиться в течение ближайших пяти лет.		
Чем больше А-счет, тем скорее это может произойти.		

- недостаточная диверсификация деятельности предприятия, т.е. чрезмерная зависимость финансовых результатов от какого-то одного конкретного проекта, типа оборудования, вида активов и др.;

- излишняя ставка на прогнозируемую успешность и прибыльность нового проекта;
- участие предприятия в судебных разбирательствах с непредсказуемым исходом;
- потеря ключевых контрагентов;
- недооценка технического и технологического обновления предприятия;
- неэффективные долгосрочные соглашения;
- политический риск, связанный с предприятием в целом или его ключевыми подразделениями.

Что касается критических значений этих критериев, то они должны быть детализированы по отраслям и подотраслям, а их разработка может быть выполнена после накопления определенных статистических данных.

Одной из стадий банкротства предприятия является **финансовая неустойчивость**. На этой стадии начинаются трудности с наличными средствами, проявляются некоторые ранние признаки банкротства, резкие изменения в структуре баланса в любом направлении. Однако особую тревогу должны вызвать:

- резкое уменьшение денежных средств на счетах (кстати, увеличение денежных средств может свидетельствовать об отсутствии дальнейших капиталовложений);
- увеличение дебиторской задолженности (резкое снижение также говорит о затруднениях со сбытом, если сопровождается ростом запасов готовой продукции);
- старение дебиторских счетов;
- разбалансирование дебиторской и кредиторской задолженности;
- снижение объемов продаж (неблагоприятным может оказаться и резкое увеличение объемов продаж, так как в этом случае банкротство может наступить в результате последующего разбалансирования долгов, если последует непродуманное увеличение закупок, капитальных затрат; кроме того, рост объемов продаж может свидетельствовать о сбросе продукции перед ликвидацией предприятия).

При анализе работы предприятия извне тревогу должны вызывать:

- задержки с предоставлением отчетности (эти задержки, возможно, сигнализируют о плохой работе финансовых служб);
- конфликты на предприятии, увольнение кого-либо из руководства и т.д.

Проблема использования изложенной методики при анализе риска банкротства содержится тем, что отсутствуют общепризнанные измерители того или иного качественного фактора, и эти измерители не прошли классификацию на предмет уклонения фактических их значений от неких допустимых нормативов.

### **3.2.Метод комплексного финансового анализа на основе нечетких представлений**

Мы полагаем, что можно существенно усилить подход к анализу риска банкротства, объединяя учет количественных (финансовых) и качественных

(индикаторных) показателей в анализе, причем рассматривая их не только в статике, но и в динамике. Однако имеющиеся методы не предоставляют аналитикам подобной возможности.

Излагаемый далее подход к анализу риска банкротства позволяет, учитывая все отмеченные недостатки существующих подходов, анализировать риск банкротства, настраиваясь не только на страну, период времени, отрасль, но и на само предприятие, на его экономическую и управленческую специфику. Предлагается своего рода **конструктор**, который может быть использован (*собран*) любым экспертом по своему усмотрению.

Мысль применить нечеткие множества к финансовому анализу предприятий зародилась в работах [3.7, 3.10] как способ бороться с неопределенностью не только статистической, но и лингвистической, т.е. с неопределенностью высказываний на естественном языке. Если говорится, что вероятность банкротства «мала», а значение того или иного показателя «удовлетворительно», то следовало бы подыскать формализмы и количественные описания для высказываний подобного рода, чтобы уже на строгом языке математики дать понять, что все-таки имеется ввиду. И не только понять, но и сделать научные выводы на основе полученных нечетких описаний.

Теория нечетких множеств, которая вскоре будет отмечать 40 лет со дня своего основания, нашла весьма широкое применение в технике, и в экономике. Однако в отечественной практике экономического анализа эти методы используются крайне редко. Во всяком случае, ни одной монографии российского автора, датируемой 90-ми годами прошлого столетия и целиком посвященной применению теории нечетких множеств в экономических исследованиях, вы не найдете. Хотя за рубежом число работ в этом направлении с каждым годом нарастает лавинообразно.

Чтобы сделать доступным содержание нашего метода, мы решили изложить его дважды: **в упрощенной постановке**, которая обходит применение нечетких множеств, и **полностью**, в строгом изложении.

### **3.2.1. Упрощенное изложение метода**

**Этап 1 (Множества).** Введем следующие базовые множества и подмножества состояний, описанные на естественном языке:

**а. Полное множество состояний Е предприятия** разбито на пять подмножеств вида:

- $E_1$  - подмножество состояний "предельного неблагополучия";
- $E_2$  - подмножество состояний "неблагополучия";
- $E_3$  - подмножество состояний "среднего качества";
- $E_4$  - подмножество состояний "относительного благополучия";
- $E_5$  - подмножество состояний "предельного благополучия".

**б.** Соответствующее множеству  $E$  полное множество степеней риска банкротства  $G$  разбивается на 5 подмножеств:

- $G_1$  - подмножество "предельный риск банкротства",
- $G_2$  - подмножество "степень риска банкротства высокая",
- $G_3$  - подмножество "степень риска банкротства средняя",
- $G_4$  - подмножество "низкая степень риска банкротства",
- $G_5$  - подмножество "риск банкротства незначителен".

Здесь и далее предполагаем, что показатель  $G$  принимает значения от нуля до единицы по определению.

**в.** Для произвольного отдельного финансового или управленческого показателя  $X_i$  полное множество его значений  $V_i$  разбивается на пять подмножеств:

- $V_{i1}$  - подмножество "очень низкий уровень показателя  $X_i$ ",
- $V_{i2}$  - подмножество "низкий уровень показателя  $X_i$ ",
- $V_{i3}$  - подмножество "средний уровень показателя  $X_i$ ",
- $V_{i4}$  - подмножество "высокий уровень показателя  $X_i$ ",
- $V_{i5}$  - подмножество "очень высокий уровень показателя  $X_i$ ".

Причем здесь и далее по умолчанию предполагаем:

1. Рост отдельного показателя  $X_i$  сопряжен со снижением степени риска банкротства с улучшением самочувствия рассматриваемого предприятия. Если для данного показателя наблюдается *противоположная* тенденция, то в анализе его следует заменить сопряженным. Например, показатель доли заемных средств в активах предприятия разумно заменить показателем доли *собственных* средств в активах.
2. Выполняется дополнительное условие соответствия множеств  $V$ ,  $E$  и  $G$  следующего вида: если все показатели в ходе анализа обладают, в соответствии с классификацией, уровнем подмножества  $V_{ij}$ , то состояние предприятия квалифицируется как  $E_j$ , а степень риска банкротства – как  $G_j$ . Выполнение этого условия влияет, с одной стороны, на правильную количественную классификацию уровней показателей (см. далее этап 5 метода) и на правильное определение уровня значимости показателя в системе оценки (см. далее этап 3 метода).

**Этап 2 (Показатели).** Построим набор отдельных показателей  $X=\{X_i\}$  общим числом  $N$ , которые, по мнению эксперта-аналитика, с одной стороны, влияют на оценку риска банкротства предприятия, а, с другой стороны, оценивают различные по природе стороны деловой и финансовой жизни предприятия (во избежание дублирования показателей с точки зрения их значимости для анализа).

**Этап 3 (Значимость).** Сопоставим каждому показателю  $X_i$  уровень его **значимости** для анализа  $r_i$ . Чтобы оценить этот уровень, нужно расположить все показатели по порядку убывания значимости так, чтобы выполнялось правило

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots r_N. \quad (3.9)$$

Возьмем пример. Промышленное предприятие, прошедшее приватизацию и не приспособившееся к новым условиям хозяйствования, убыточно и нерентабельно. Однако оно располагает изрядным количеством неликвидного, морально устаревшего оборудования, а также производственными помещениями. Доля этого имущества в активах компании высока, что свидетельствует об высоком уровне ее финансовой автономии. Но эта пресловутая автономия, измеренная по балансу, мало что дает с точки зрения оценки риска банкротства, так как собственное имущество предприятия, в силу его неликвидности, не может выступить средством погашения текущей задолженности, а также выступать средством залога при кредитовании. Следовательно, финансовый показатель автономии должен занимать в выбранной системе показателей, применительно к указанному предприятию, одно из последних мест.

Если система показателей проранжирована в порядке убывания их значимости, то значимость  $i$ -го показателя  $r_i$  следует определять по правилу Фишберна [3.12]:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N-1)N}. \quad (3.10)$$

Правило Фишберна отражает тот факт, что об уровне значимости показателей неизвестно ничего кроме (3.9). Тогда оценка (3.10) отвечает максимуму энтропии наличной информационной неопределенности об объекте исследования.

Если же все показатели обладают равной значимостью (равнопредпочтительны или системы предпочтений нет), тогда

$$r_i = 1/N. \quad (3.11)$$

**Этап 4 (Классификация степени риска).** Построим **классификацию** текущего значения  $g$  показателя степени риска  $G$  как критерий разбиения этого множества на подмножества (таблица 3.2):

*Таблица 3. 2*

Интервал значений $G$	Наименование подмножества
$0.8 < g < 1$	$G_1$ - "предельный риск банкротства"
$0.6 < g < 0.8$	$G_2$ - "степень риска банкротства высокая"
$0.4 < g < 0.6$	$G_3$ - " степень риска банкротства средняя"
$0.2 < g < 0.4$	$G_4$ - " низкая степень риска банкротства "
$0 - 0.2$	$G_5$ - "риск банкротства незначителен"

**Этап 5 (Классификация значений показателей).** Построим классификацию текущих значений  $x$  показателей  $X$  как критерий разбиения полного множества их значений на подмножества вида  $B$  (таблица 3.3):

Таблица 3.3

Наименование показателя	Критерий разбиения по подмножествам				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$x_1 < b_{11}$	$b_{11} < x_1 < b_{12}$	$b_{12} < x_1 < b_{13}$	$b_{13} < x_1 < b_{14}$	$b_{14} < x_1$
...	...	...	...	...	...
$X_i$	$x_i < b_{i1}$	$b_{i1} < x_i < b_{i2}$	$b_{i2} < x_i < b_{i3}$	$b_{i3} < x_i < b_{i4}$	$b_{i4} < x_i$
...	...	...	...	...	...
$X_N$	$x_N < b_{N1}$	$b_{N1} < x_N < b_{N2}$	$b_{N2} < x_N < b_{N3}$	$b_{N3} < x_N < b_{N4}$	$b_{N4} < x_N$

**Этап 6 (Оценка уровня показателей).** Произведем оценку текущего уровня показателей и сведем полученные результаты в таблицу 3.4.

Таблица 3.4

Наименование показателя	Текущее значение
$X_1$	$x_1$
...	...
$X_i$	$x_i$
...	...
$X_N$	$x_N$

**Этап 7 (Классификация уровня показателей).** Проведем классификацию текущих значений  $x$  по критерию таблицы 3.3. Результатом проведенной классификации является таблица 3.5:

Таблица 3.5

Наименование показателя	Результат классификации по подмножествам				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$
...	...	...	...	...	...

$\mathbf{X}_i$	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$	$\lambda_{i4}$	$\lambda_{i5}$
...	...	...	...	...	...
$\mathbf{X}_N$	$\lambda_{N1}$	$\lambda_{N2}$	$\lambda_{N3}$	$\lambda_{N4}$	$\lambda_{N5}$

где  $\lambda_{ij}=1$ , если  $b_{i(j-1)} < x_i < b_{ij}$ , и  $\lambda_{ij}=0$  в противоположном случае (когда значение не попадает в выбранный диапазон классификации).

**Этап 8 (Оценка степени риска).** Теперь выполним формальные арифметические действия по оценке степени риска банкротства  $g$ :

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (3.12)$$

где

$$g_j = 0.9 - 0.2(j-1), \quad (3.13)$$

$\lambda_{ij}$  определяется по таблице 4, а  $r_i$  – по формуле (3.10) или (3.11).

Существо формул (3.12) и (3.13) состоит в следующем. Первоначально мы оцениваем веса того или иного подмножества из  $\mathbf{B}$  в оценке состояния предприятия  $\mathbf{E}$  и в оценке степени риска  $\mathbf{G}$  (внутреннее суммирование в (3.12)). Эти веса в последующем участвуют во внешнем суммировании для определения среднего значения показателя  $g$ , где  $g_j$  есть не что иное как средняя оценка  $g$  из соответствующего диапазона таблицы 3.2 этапа 4 метода.

**Этап 9 (Лингвистическое распознавание).** Классифицируем полученное значение степени риска на базе данных таблицы 3.2. Тем самым наш вывод о степени риска предприятия приобретает лингвистическую форму.

Изложение метода завершено. Рассмотрим простейший пример.

### 3.2.2. Расчетный пример анализа риска банкротства

**Постановка задачи.** Требуется проанализировать степень риска банкротства предприятия «АВ» по завершении работы в III и IV кварталах 1998 года. В качестве примера была выбрана реальная отчетность одного из предприятий Санкт-Петербурга.

**Решение** (номера пунктов соответствуют номерам этапов метода).

1. Определяем множества  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{G}$  и  $\mathbf{B}$ , как это сделано на этапе 1 метода.



2. Для анализа строим систему  $X$  из 6 показателей:

- $X_1$  - коэффициент автономии (отношение собственного капитала к валюте баланса),
- $X_2$  - коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными средствами (отношение чистого оборотного капитала к оборотным активам),
- $X_3$  - коэффициент промежуточной ликвидности (отношение суммы денежных средств и дебиторской задолженности к краткосрочным пассивам),
- $X_4$  - коэффициент абсолютной ликвидности (отношение суммы денежных средств к краткосрочным пассивам),
- $X_5$  - оборачиваемость всех активов в годовом исчислении (отношение выручки от реализации к средней за период стоимости активов),
- $X_6$  - рентабельность всего капитала (отношение чистой прибыли к средней за период стоимости активов).

3. Принимаем, что все показатели являются равнозначными для анализа ( $r_i = 1/6$ ).

4. Степень риска классифицируется по правилу таблицы 3.2 этапа 4 метода.

5. Выбранные показатели на основании предварительного экспертного анализа получили следующую классификацию (таблица 3.6):

Таблица 3.6

Наименование показателя	Критерий разбиения по подмножествам				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$x_1 < 0.15$	$0.15 < x_1 < 0.25$	$0.25 < x_1 < 0.45$	$0.45 < x_1 < 0.65$	$0.65 < x_1$
$X_2$	$x_2 < 0$	$0 < x_2 < 0.09$	$0.09 < x_2 < 0.3$	$0.3 < x_2 < 0.45$	$0.45 < x_2$
$X_3$	$x_3 < 0.55$	$0.55 < x_3 < 0.75$	$0.75 < x_3 < 0.95$	$0.95 < x_3 < 1.4$	$1.4 < x_3$
$X_4$	$x_4 < 0.025$	$0.025 < x_4 < 0.09$	$0.09 < x_4 < 0.3$	$0.3 < x_4 < 0.55$	$0.55 < x_4$
$X_5$	$x_5 < 0.1$	$0.1 < x_5 < 0.2$	$0.2 < x_5 < 0.35$	$0.35 < x_5 < 0.65$	$0.65 < x_5$
$X_6$	$x_6 < 0$	$0 < x_6 < 0.01$	$0.01 < x_6 < 0.08$	$0.08 < x_6 < 0.3$	$0.3 < x_6$

6. Финансовое состояние предприятия «АВ» характеризуется следующими финансовыми показателями (таблица 3.7):

Таблица 3.7

Шифр показателя $X_i$	Наименование показателя $X_i$	Значение $X_i$ в период I ( $x_{I,i}$ )	Значение $X_i$ в период II ( $x_{II,i}$ )
$X_1$	Коэффициент автономии	0.839	0.822
$X_2$	Коэффициент обеспеченности	0.001	-0.060
$X_3$	Коэффициент промежуточной ликвидности	0.348	0.208
$X_4$	Коэффициент абсолютной ликвидности	0.001	0.0001
$X_5$	Оборачиваемость всех активов (в годовом исчислении)	0.162	0.221
$X_6$	Рентабельность всего капитала	- 0.04	-0.043

7. Проведем классификацию текущих значений  $x$  по критерию таблицы 3.6. Результатом проведенной классификации является таблица 3.8:

Таблица 3.8

Показатель $X_i$	Значение $\{\lambda\}$ в период I					Значение $\{\lambda\}$ в период II				
	$\lambda_1(x_{I,i})$	$\lambda_2(x_{I,i})$	$\lambda_3(x_{I,i})$	$\lambda_4(x_{I,i})$	$\lambda_5(x_{I,i})$	$\lambda_1(x_{I,i})$	$\lambda_2(x_{I,i})$	$\lambda_3(x_{I,i})$	$\lambda_4(x_{I,i})$	$\lambda_5(x_{I,i})$
$X_1$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
$X_2$	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
$X_3$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
$X_4$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
$X_5$	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
$X_6$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Анализ таблицы 3.8 дает, что по второму периоду произошло качественное падение обеспеченности одновременно с качественным ростом оборачиваемости активов.

8. Оценка степени риска банкротства по формуле (3.12) дает  $g_I = 0.709$ ,  $g_{II} = 0.713$ , т.е. риск банкротства незначительно вырос.

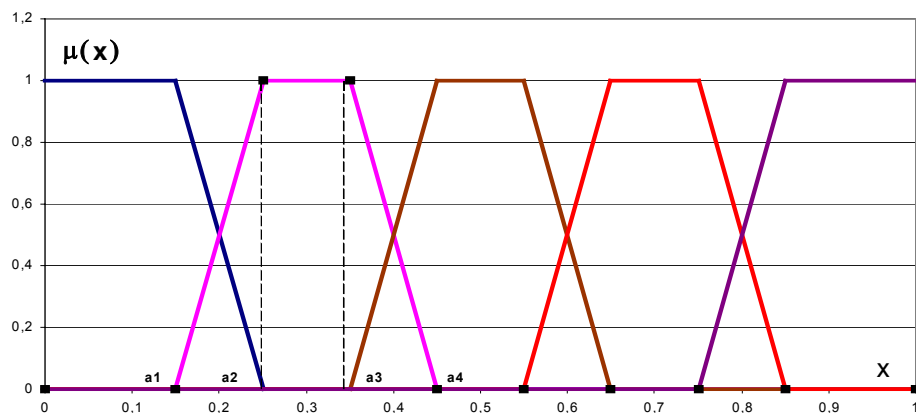
9. Лингвистическое распознавание значений  $g$  по данным таблицы 2 определяет степень риска банкротства предприятия «АВ» как **высокую** для обоих периодов анализа.

Итак, мы наблюдаем как раз тот самый случай, когда высокая автономия предприятия – это по существу единственное, что у него есть хорошего. Помимо всего это означает, что у конкурсного управляющего предприятия в случае его банкротства появляются некоторые шансы на успешную санацию предприятия путем продажи части его активов.

### 3.2.3. Полное описание метода

Нечеткие описания в структуре метода анализа риска появляются в связи с **неуверенностью** эксперта, что возникает в ходе различного рода классификаций. Например, эксперт не может четко разграничить понятия «высокой» и «максимальной» вероятности, как это имеет место в [3.6]. Или когда надо провести границу между средним и низким уровнем значения параметра. Тогда применение нечетких описаний означает следующее:

1. Эксперт строит лингвистическую переменную со своим терм-множеством значений. Например: переменная «**Уровень менеджмента**» может обладать терм – множеством значений «*Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень высокий*».
2. Чтобы конструктивно описать лингвистическую переменную, эксперт выбирает соответствующий ей *количественный признак* – например, сконструированный специальным образом показатель уровня менеджмента, который принимает значения от нуля до единицы.
3. Далее эксперт каждому значению лингвистической переменной (которое, по своему построению, является **нечетким подмножеством** значений интервала  $(0,1)$  – области значений показателя уровня менеджмента) сопоставляет **функцию принадлежности** уровня менеджмента тому или иному нечеткому подмножеству. Общеупотребительными функциями в этом случае являются **трапецевидные функции принадлежности** (см. **рис. 3.1**). Верхнее основание трапеции соответствует полной уверенности эксперта в правильности своей классификации, а нижнее – уверенности в том, что никакие другие значения интервала  $(0,1)$  не попадают в выбранное нечеткое подмножество.



**Рис. 3.1. Трапецевидные функции принадлежности**

Для целей компактного описания трапецевидные функции принадлежности  $\mu(x)$  удобно описывать трапецевидными числами вида

$$\beta(a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (3.14)$$

где  $a_1$  и  $a_4$  - абсциссы нижнего основания, а  $a_2$  и  $a_3$  - абсциссы верхнего основания трапеции (рис. 1), задающей  $\mu(x)$  в области с ненулевой принадлежностью **носителя**  $x$  соответствующему нечеткому подмножеству.

Теперь описание лингвистической переменной завершено, и аналитик может употреблять его как математический объект в соответствующих операциях и методах. Продемонстрируем это на примере нашего собственного метода.

### **Этап 1 (Лингвистические переменные и нечеткие подмножества).**

**а.** Лингвистическая переменная **Е «Состояние предприятия»** имеет пять значений:

- $E_1$  – нечеткое подмножество состояний "предельного неблагополучия";
- $E_2$  – нечеткое подмножество состояний "неблагополучия";
- $E_3$  – нечеткое подмножество состояний "среднего качества";
- $E_4$  – нечеткое подмножество состояний "относительного благополучия";
- $E_5$  – нечеткое подмножество состояний "предельного благополучия".

**б.** Соответствующая переменной **Е** лингвистическая переменная **Г «Риск банкротства»** также имеет 5 значений:

- $G_1$  – нечеткое подмножество "предельный риск банкротства",
- $G_2$  – нечеткое подмножество "степень риска банкротства высокая",
- $G_3$  – нечеткое подмножество "степень риска банкротства средняя",
- $G_4$  – нечеткое подмножество "низкая степень риска банкротства",
- $G_5$  – нечеткое подмножество "риск банкротства незначителен".

**Носитель** множества  $G$  – показатель степени риска банкротства  $g$  - принимает значения от нуля до единицы по определению.

**в.** Для произвольного отдельного финансового или управленческого показателя  $X_i$  задаем лингвистическую переменную  $V_i$  «Уровень показателя  $X_i$ » на нижеследующем терм-множестве значений:

$V_{i1}$  - подмножество "очень низкий уровень показателя  $X_i$ ",

$V_{i2}$ - подмножество "низкий уровень показателя  $X_i$ ",

$V_{i3}$  - подмножество "средний уровень показателя  $X_i$ ",

$V_{i4}$  - подмножество "высокий уровень показателя  $X_i$ ",

$V_{i5}$ - подмножество "очень высокий уровень показателя  $X_i$ ".

Все, что по умолчанию предполагалось в описании этапа 1 упрощенного метода, предполагается и здесь (см. этап 1).

**Этап 2 (Показатели).** Совпадает с этапом 2 упрощенного описания.

**Этап 3 (Значимость).** Совпадает с этапом 3 упрощенного описания.

**Этап 4 (Классификация степени риска).** Построим классификацию текущего значения  $g$  показателя степени риска как критерий разбиения этого множества на нечеткие подмножества (таблица 3.9):

Таблица 3.9

Интервал значений $g$	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq g \leq 0.15$	$G_5$	1
$0.15 < g < 0.25$	$G_5$	$\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 \leq g \leq 0.35$	$G_4$	1
$0.35 < g < 0.45$	$G_4$	$\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$
	$G_3$	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 \leq g \leq 0.55$	$G_3$	1
$0.55 < g < 0.65$	$G_3$	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$
	$G_2$	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 \leq g \leq 0.75$	$G_2$	1
$0.75 < g < 0.85$	$G_2$	$\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$
	$G_1$	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 \leq g \leq 1.0$	$G_1$	1

**Этап 5 (Классификация значений показателей).** Построим классификацию текущих значений  $x$  показателей  $X$  как критерий разбиения полного множества их значений на нечеткие подмножества вида  $V$ . Чтобы не загромождать наше описание, приведем пример такой классификации сразу для рассмотренного нами выше примера с 6 показателями (таблица 3.10). При этом в клетках таблицы стоят трапециевидные числа, характеризующие соответствующие функции принадлежности.

Таблица 3.10

Шифр показателя	Т-числа $\{\gamma\}$ для значений лингвистической переменной "Величина параметра":				
	"очень низкий"	"низкий"	"средний"	"высокий"	"очень высокий"
$X_1$	(0,0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.25,0.3)	(0.25,0.3,0.45,0.5)	(0.45,0.5,0.6,0.7)	(0.6,0.7,1,1)
$X_2$	(-1,-1,-0.005,0)	(-0.005,0,0.09,0.11)	(0.09,0.11,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.45,0.5)	(0.45,0.5,1,1)
$X_3$	(0,0,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.9,1)	(0.9,1,1.3,1.5)	(1.3,1.5, $\infty$ , $\infty$ )
$X_4$	(0,0,0.02,0.03)	(0.02,0.03,0.08,0.1)	(0.08,0.1,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.5,0.6)	(0.5,0.6, $\infty$ , $\infty$ )
$X_5$	(0,0,0.12,0.14)	(0.12,0.14,0.18,0.2)	(0.18,0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.4,0.5,0.8)	(0.5,0.8, $\infty$ , $\infty$ )
$X_6$	( $-\infty$ , $\infty$ ,0,0)	(0,0,0.006,0.01)	(0.006,0.01,0.06,0.1)	(0.06,0.1,0.22,0.4)	(0.225,0.4, $\infty$ , $\infty$ )

Например, при классификации уровня параметра  $X_1$  эксперт, затрудняясь в разграничении уровня на «низкий» и «средний», определил диапазоном своей неуверенности интервал (0.25, 0.3).

**Этап 6 (Оценка уровня показателей).** Совпадает с этапом 6 упрощенного описания.

**Этап 7 (Классификация уровня показателей).** Проведем классификацию текущих значений  $x$  по критерию таблицы вида 3.10. Результатом проведенной классификации является таблица 3.5, где  $\lambda_{ij}$  – уровень принадлежности носителя  $x_i$  нечеткому подмножеству  $V_j$ .

**Этап 8 (Оценка степени риска).** Совпадает с этапом 8 упрощенного описания.

**Этап 9 (Лингвистическое распознавание).** Классифицируем полученное значение степени риска на базе данных таблицы 3.9. Результатом классификации являются лингвистическое описание степени риска банкротства и (дополнительно) **степень уверенности** эксперта в правильности его классификации. И тем самым наш вывод о

степени риска предприятия приобретает не только лингвистическую форму, но и характеристику качества наших утверждений.

Полное описание метода завершено. Оно практически совпадает с тем, как это изложено в [3.7], однако лучшим образом структурировано, и из описания удалены моменты, которые сегодня нам представляются лишними.

Теперь рассмотрим пример.

### 3.2.4. Расчетный пример анализа риска банкротства с использованием нечетких описаний

**Постановка задачи.** Рассмотрим предприятие "CD", которое анализируется по двум периодам - IV-ый квартал 1998 г. и I-ый кварталы 1999 года. В качестве примера была выбрана реальная отчетность одного из предприятий Санкт-Петербурга.

**Решение** (номера пунктов соответствуют номерам этапов метода).

1. Определяем множества E, G и B, как это сделано на этапе 1 полного метода.
2. Выбранная ранее система **X** из 6 показателей остается без изменений.
3. Также принимаем, что все показатели являются равнозначными для анализа ( $r_i = 1/6$ ).
4. Степень риска классифицируется по правилу таблицы 3.9 этапа 4 метода.
5. Выбранные показатели на основании предварительного экспертного анализа получили следующую классификацию таблицы 3.10.
6. Финансовое состояние предприятия «CD» характеризуется следующими финансовыми показателями (таблица 3.11):

Таблица 3.11

Шифр показателя $X_i$	Значение $X_i$ в период I ( $x_{I,i}$ )	Значение $X_i$ в период II ( $x_{II,i}$ )
$X_1$	0.619	0.566
$X_2$	0.294	0.262
$X_3$	0.670	0.622
$X_4$	0.112	0.048
$X_5$	2.876	3.460
$X_6$	0.113	0.008

7. Проведем классификацию текущих значений  $x$  по критерию таблицы 3.10. Результатом проведенной классификации является таблица 3.12:

Таблица 12

Показатель $X_i$	Значение $\{\lambda\}$ в период I					Значение $\{\lambda\}$ в период II				
	$\lambda_1(x_{I,i})$	$\lambda_2(x_{I,i})$	$\lambda_3(x_{I,i})$	$\lambda_4(x_{I,i})$	$\lambda_5(x_{I,i})$	$\lambda_1(x_{II,i})$	$\lambda_2(x_{II,i})$	$\lambda_3(x_{II,i})$	$\lambda_4(x_{II,i})$	$\lambda_5(x_{II,i})$
$X_1$	0	0	0	0.81	0.19	0	0	0	1	0
$X_2$	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
$X_3$	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
$X_4$	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
$X_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
$X_6$	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0

Анализ таблицы 3.12 дает, что по второму периоду произошло качественное падение обеспеченности одновременно с качественным ростом оборачиваемости активов.

8. Оценка степени риска банкротства по формуле (3.12) дает  $g_I = 0.389$ ,  $g_{II} = 0.420$ , откуда заключаем, что произошло **серьезное ухудшение** состояния предприятия (резкий количественный рост оборачиваемости не сопровождается качественным ростом, зато наблюдается качественный спад автономности, абсолютной ликвидности и рентабельности).
9. Лингвистическое распознавание степени риска по таблице 3.9 дает степень риска банкротства как *пограничную* между **низкой** и **средней**, причем уверенность эксперта в том, что уровень именно средний, нарастает от периода к периоду.

### 3.3. Лингвистическая диагностика риска банкротства эмитента

Мы рассмотрели только финансовый аспект банкротства эмитента – такой, который наилучшим образом подлежит количественной оценке. Разумеется, событие банкротства может иметь в перечне своих причин не только финансовые но и иные аспекты, причем описываемые как количественными, так и качественными категориями. Чтобы подойти к комплексной диагностике риска банкротства эмитента, необходимо заложить систему нечетких знаний по образцу, как это описано в предыдущей главе книги.

В основу этой системы должны лечь знания, относящиеся к финансовой стороне банкротства, а именно:



*ЕСЛИ* финансовые показатели эмитента  $X_1 \dots X_N$  являются очень низкими/низкими/средними/высокими/очень высокими/, *ТО* риск банкротства, соответственно, очень высокий/высокий/средний/низкий/очень низкий  
(3.15)

Также в систему знаний, наряду с самими знаниями, входят атомарные предикаты с нечеткими логическими связями типа

Показатель  $X_i$  *существенно* более значим, чем показатель  $X_j$  (3.16)

Экспертная система на базе нечетких знаний должна содержать механизм нечетко-логического вывода, такой, чтобы сделать заключение о степени риска банкротства эмитента на основе всей необходимой исходной информации, получаемой от пользователя. Чем больше в системе знаний и чем точнее описан в ней риск банкротства, тем точнее диагностика.

Предполагается, что создание таких систем диагностики риска банкротства, где точно измеряемые количественные факторы используются одновременно с оценочными суждениями, является делом весьма недалекого будущего.

## **Выводы**

Здесь изложен подход, который позволяет эксперту наилучшим образом формализовать свои нечеткие представления, трансформировав язык слов в язык количественных оценок. Если эксперт хорошо знает предприятие изнутри, то ему не составит никакого труда выделить именно те факторы, которые наиболее влияют на процессы потери платежеспособности (включая ошибки менеджмента), сопоставить этим факторам количественные показатели и пронормировать их. При этом, если эксперт затрудняется с классификацией, он может в ходе нормирования успешно применять нечеткие описания в том смысле, как это делается здесь. Дальнейшее – уже дело банальной арифметики.

Опыт применения заявленного здесь подхода в самостоятельных работах студентов пятого курса СПбУЭФ (Санкт-Петербург) по анализу ряда российских предприятий показал, что с точки зрения динамики комплексных показателей наш подход и подход Альтмана дает однотипные результаты. Однако, если результаты подхода Альтмана не подлежат верификации (невозможно сказать, как коэффициенты, полученные на одной квазистатистике, пригодятся для другой), то в случае нашего метода мы не получаем в ответе ничего иного, чем то, что заложено нами же в структуре исходных данных. Успех анализа — и это правильно — заключен в том, как глубоко мы понимаем суть происходящего на отдельном единичном предприятии, в также в том, как мы соотносим предприятие с отраслью хозяйства, к которой оно относится.

Мы в своем изложении тщательно избегали ходового словечка «*вероятность банкротства*», столь употребительного в литературе. Потому что если наличный контекст свидетельств не понимается как квазистатистика (а классической статистики нет, как мы понимаем), то нельзя говорить ни о классической, ни о субъективной вероятности.

Если бы банкротства наблюдались как случайности, то эксперт не испытывал бы затруднения в классификации уровней тех или иных параметров, потому что имел бы представление о распределении тех или иных шансов, почерпнутых из отраслевой статистики. Но статистика «пляшет», поэтому эксперт не располагает устойчивыми связями и вынужден полагаться скорее на свое собственное чутье, нежели на слабо диагностируемую причинность. И поэтому все экспертные выводы должны содержать степень оценочной уверенности эксперта в правоте этого вывода. Наша методология позволяет эти оценки порождать и на их основе выводить результирующие нечеткие выводы (о риске банкротства эмитента, например).

Поэтому наш метод – это только *инструмент*, который в умелых руках будет звучать полноценно, а в неискушенных примется фальшивить. Это не свидетельствует против самого метода, а лишь характеризует предел его возможностей, предел, который является общим для любых методов экономического анализа. Предел этот - «дурная» рыночная неопределенность.

Метод, названный нами V&M - метод комплексного финансового анализа©, и предложенный здесь комплексный показатель финансового состояния предприятия, названный нами V&M - показатель©, активно применяется в практике финансового анализа, будучи внедрен в программную модель «МАСТЕР ФИНАНСОВ: Анализ и планирование" (разработка консультационной группы «Воронов и Максимов»).

## 4. Оценка эффективности инвестиционного проекта

### 4.1. Неопределенность, возникающая в процессе инвестиционного проектирования

Выпуск (эмиссия) акций – наиболее естественный способ привлечения инвестиций в бизнес-проект. Это – самая ранняя в историческом смысле форма распределения потенциальных прибылей и ответственности за убытки. Чтобы убедить инвестора вложить деньги в тот или иной проект, необходимо рассказать ему все об ожидаемой доходности проекта и оценить связанные с проектом бизнес-риски.

Начнем наше изложение с трех базовых определений.

*Инвестиции* (в широком смысле) - временный отказ экономического субъекта от потребления имеющихся в его распоряжении ресурсов (капитала) и использование этих ресурсов для увеличения в будущем своего благосостояния.

*Инвестиционный проект* - план или программа мероприятий, связанных с осуществлением капитальных вложений с целью их последующего возмещения и получения прибыли.

*Инвестиционный процесс* - развернутая во времени реализация инвестиционного проекта. Началом инвестиционного процесса является принятие решения об инвестициях, а концом - либо достижение всех поставленных целей, либо вынужденное прекращение осуществления проекта.

Инвестиционный проект предполагает планирование во времени трех основных денежных потоков: потока инвестиций, потока текущих (операционных) платежей и потока поступлений. Ни поток текущих платежей, ни поток поступлений не могут быть спланированы вполне точно, поскольку нет и не может быть полной определенности относительно будущего состояния рынка. Цена и объемы реализуемой продукции, цены на сырье и материалы и прочие денежно-стоимостные параметры среды по факту их осуществления в будущем могут сильно разниться с предполагаемыми плановыми значениями, которые оцениваются с позиций сегодняшнего дня.

Неустраняемая информационная неопределенность влечет столь же неустраняемый **риск** принятия инвестиционных решений. Всегда остается возможность того, что проект, признанный состоятельным, окажется de-facto убыточным, поскольку достигнутые в ходе инвестиционного процесса значения параметров отклонились от плановых, или же какие-либо факторы вообще не были учтены. Инвестор никогда не будет располагать всеобъемлющей оценкой риска, так как число разнообразий внешней среды всегда превышает управленческие возможности принимающего решения лица [4.1], и обязательно найдется слабоожидаемый сценарий развития событий (любая катастрофа, к примеру), который, будучи неучтен в проекте, тем не менее, может состояться и сорвать инвестиционный процесс. В то же время инвестор обязан прилагать усилия по повышению уровня своей осведомленности и пытаться измерять рискованность своих

инвестиционных решений как на стадии разработки проекта, так и в ходе инвестиционного процесса. Если степень риска будет расти до недопустимых значений, а инвестор не будет об этом знать, то он обречен действовать вслепую.

Способ оценки риска инвестиций прямо связан со способом описания информационной неопределенности в части исходных данных проекта. Если исходные параметры имеют **вероятностное** описание (например, см. [4.2, 4.3]), то показатели эффективности инвестиций также имеют вид случайных величин со своим имплицативным вероятностным распределением (понятие имплицативной вероятности см. в [4.4]). Однако, чем в меньшей степени статистически обусловлены те или иные параметры, чем слабее информационность контекста свидетельств о состоянии описываемой рыночной среды и чем ниже уровень интуитивной активности экспертов, тем менее может быть обосновано применение любых типов вероятностей в инвестиционном анализе.

Альтернативный способ учета неопределенности - так называемый **минимаксный** подход. Формируется некий класс ожидаемых сценариев развития событий в инвестиционном процессе и из этого класса выбирается два сценария, при которых процесс достигает максимальной и минимальной эффективности, соответственно. Затем ожидаемый эффект оценивается по формуле Гурвица [4.2, 4.3] с параметром согласия  $\lambda$ . При  $\lambda=0$  (точка Вальда) за основу при принятии решения выбирается наиболее пессимистичная оценка эффективности проекта, когда в условиях реализации самого неблагоприятного из сценариев сделано все, чтобы снизить ожидаемые убытки. Такой подход, безусловно, минимизирует риск инвестора. Однако в условиях его использования большинство проектов, даже имеющих весьма приличные шансы на успех, будет забраковано. Возникает опасность паралича деловой активности, с деградацией инвестора как лица, принимающего решения.

Вот наглядный пример. Любой игрок в преферанс (даже такой захудалый, как я) знает, что в ходе торговли за прикуп игрок с высокой степенью повторяемости должен заявлять на одну-две взятки больше, чем у него есть на руках, в расчете на добрый прикуп. Иначе, по результатам множества игр он окажется в проигрыше или, в лучшем случае, "при своих", потому что его соперники склонны к разумной агрессии, т.е. к оправданному риску. Понимая инвестиции как разновидность деловой игры, мы скажем по аналогии: инвестору вменяется в обязанность рисковать, но рисковать рационально, присваивая каждому из потенциальных сценариев инвестиционного процесса свою степень ожидаемости. В противном случае он рискует потерпеть убыток от непринятия решения - **убыток чрезмерной перестраховки**. В карточной игре приличная карта, приличный прикуп приходят не так часто. В том же преферансе игрок, объявивший шесть взяток и сыгравший по факту восемь, вызывает всеобщее недовольство вероятным "перезакладом". Становится обидно за партнера, за его неумение играть, когда по-настоящему приличная карта приходит так редко.

Инструментом, который позволяет измерять возможности (ожидания), является теория нечетких множеств. Впервые мы находим ее применение к инвестиционному анализу в [4.5]. Используя предложенный в этой работе подход, построим метод оценки инвестиционного риска, как на стадии проекта, так и в ходе инвестиционного процесса.

## 4.2. Метод нечетко-множественной оценки инвестиционного проекта

В литературе по инвестиционному анализу (например, в [4.6, 4.7, 4.8]) хорошо известна формула чистой современной ценности инвестиций (NPV - Net Present Value). Возьмем один важный частный случай оценки NPV, который и будем использовать в дальнейшем рассмотрении:

- Все инвестиционные поступления приходятся на начало инвестиционного процесса.
- Оценка ликвидационной стоимости проекта производится *post factum*, по истечении срока жизни проекта.

Тогда соотношение для NPV имеет следующий вид:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1 + r_i)^i} + \frac{C}{(1 + r_{N+1})^{N+1}}, \quad (4.1)$$

где  $I$  - стартовый объем инвестиций,  $N$  - число плановых интервалов (периодов) инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни проекта,  $\Delta V_i$  - обратное сальдо поступлений и платежей в  $i$ -ом периоде,  $r_i$  - ставка дисконтирования, выбранная для  $i$ -го периода с учетом оценок ожидаемой стоимости используемого в проекте капитала (например, ожидаемая ставка по долгосрочным кредитам),  $C$  - ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса (в том числе остаточная стоимость основных средств на балансе предприятия).

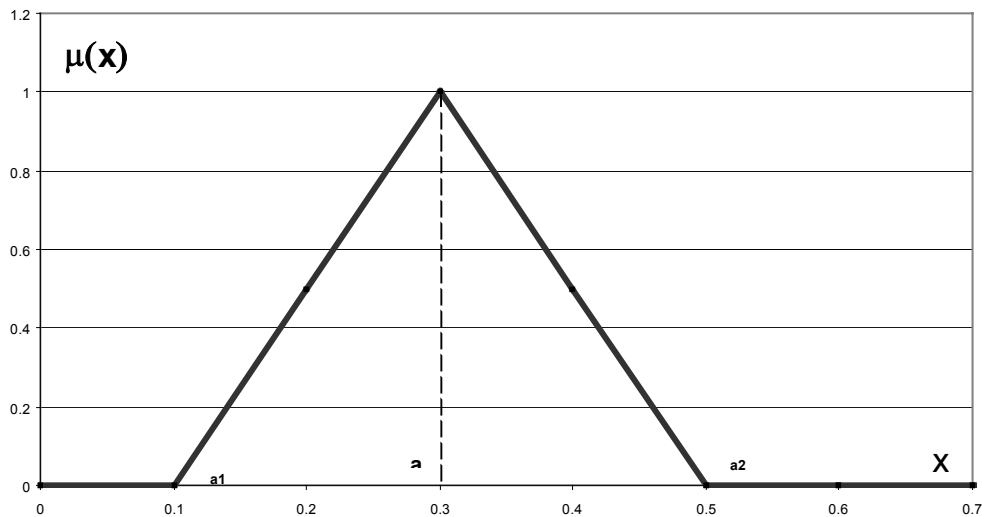
Инвестиционный проект признается **эффективным**, когда NPV, оцененная по (4.1), больше определенного проектного уровня  $G$  (в самом распространенном случае  $G = 0$ ).

### Замечания.

- NPV оценивается по формуле (4.1) в постоянных (реальных) ценах.
- Ставка дисконтирования планируется такой, что период начислений процентов на привлеченный капитал совпадает с соответствующим периодом инвестиционного процесса.
- $(N+1)$ -ый интервал не относится к сроку жизни проекта, а выделен в модели для фиксации момента завершения денежных взаиморасчетов всех сторон в инвестиционном процессе (инвесторов, кредиторов и дебиторов) по кредитам,

депозитам, дивидендам и т.д., когда итоговый финансовый результат проекта сделается однозначным.

Если все параметры в (4.1) обладают "размытостью", т.е. их точное планируемое значение неизвестно, тогда в качестве исходных данных уместно использовать треугольные нечеткие числа с функцией принадлежности следующего вида (рис. 4.1). Эти числа моделируют высказывание следующего вида: "параметр  $A$  *приблизительно равен*  $\bar{a}$  и однозначно находится в диапазоне  $[a_{\min}, a_{\max}]$ ".



**Рис. 4.1. Треугольное число**

Полученное описание позволяет разработчику инвестиционного проекта взять в качестве исходной информации интервал параметра  $[a_{\min}, a_{\max}]$  и наиболее ожидаемое значение  $\bar{a}$ , и тогда соответствующее треугольное число  $\underline{A} = (a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$  построено. Далее будем называть параметры  $(a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$  *значимыми точками* треугольного нечеткого числа  $\underline{A}$ . Вообще говоря, выделение трех значимых точек исходных данных весьма распространено в инвестиционном анализе (см., например, [4.8, 4.9]). Часто этим точкам сопоставляются субъективные вероятности реализации соответствующих ("пессимистического", "нормального" и "оптимистического") сценариев исходных данных. Но мы не считаем себя вправе оперировать вероятностями, значений которых не можем ни определить, ни назначить (в главе 1 настоящей работы мы коснулись этого предмета, в частности, говоря о принципе максимума энтропии). Поэтому в инвестиционном анализе мы замещаем понятие *случайности* понятиями *ожидаемости* и *возможности*.

Теперь мы можем задаться следующим набором нечетких чисел для анализа эффективности проекта:

$I = (I_{\min}, \bar{I}, I_{\max})$  - инвестор не может точно оценить, каким объемом инвестиционных ресурсов он будет располагать на момент принятия решения;

$r_i = (r_{i \min}, \bar{r}_i, r_{i \max})$  - инвестор не может точно оценить стоимость капитала, используемого в проекте (например, соотношение собственных и заемных средств, а также процент по долгосрочным кредитам);

$\Delta V_i = (V_{\min}, \bar{\Delta V}_i, V_{\max})$  - инвестор прогнозирует диапазон изменения денежных результатов реализации проекта с учетом возможных колебаний цен на реализуемую продукцию, стоимости потребляемых ресурсов, условий налогообложения, влияния других факторов;

$C = (C_{\min}, \bar{C}, C_{\max})$  - инвестор нечетко представляет себе потенциальные условия будущей продажи действующего бизнеса или его ликвидации;

$G = (G_{\min}, \bar{G}, G_{\max})$  - инвестор нечетко представляет себе критерий, по которому проект может быть признан эффективным, или не до конца отдает себе отчет в том, что можно будет понимать под "эффективностью" на момент завершения инвестиционного процесса.

### Замечания.

- В том случае, если какой-либо из параметров  $A$  известен вполне точно или однозначно задан, то нечеткое число  $A$  вырождается в действительное число  $A$  с выполнением условия  $a_{\min} = \bar{a} = a_{\max}$ . При этом существо метода остается неизменным.
- В отношении вида  $G$ . Инвестор, выбирая ожидаемую оценку  $\bar{G}$ , руководствуется, возможно, не только тактическими, но и стратегическими соображениями. Так, он может позволить проекту быть даже несколько убыточным, если этот проект диверсифицирует деятельность инвестора и повышает надежность его бизнеса. Как вариант: инвестор реализует демпинговый проект, компенсацией за временную убыточность станет захват рынка и сверхприбыль, но инвестор хочет отсеять сверхнормативные убытки на той стадии, когда рынок уже будет переделен в его пользу. Или наоборот: инвестор идет на повышенный риск во имя прироста средневзвешенной доходности своего бизнеса.

Таким образом, задача инвестиционного выбора в приведенной выше постановке есть процесс принятия решения в **расплывчатых** условиях, когда решение достигается слиянием целей и ограничений [4.10].

Чтобы преобразовать формулу (4.1) к виду, пригодному для использования нечетких исходных данных, воспользуемся **сегментным способом**, как это объясняется в главе 2 книги.

Зададимся фиксированным уровнем принадлежности  $\alpha$  и определим соответствующие ему интервалы достоверности по двум нечетким числам  $A$  и  $B$ :  $[a_1, a_2]$  и  $[b_1, b_2]$ , соответственно. Тогда основные операции с нечеткими числами сводятся к операциям с их интервалами достоверности. А операции с интервалами, в свою очередь, выражаются через операции с действительными числами - границами интервалов:

- операция "сложения":

$$[a_1, a_2] (+) [b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2], \quad (4.2)$$

- операция "вычитания":

$$[a_1, a_2] (-) [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1], \quad (4.3)$$

- операция "умножения":

$$[a_1, a_2] (\times) [b_1, b_2] = [a_1 \times b_1, a_2 \times b_2], \quad (4.4)$$

- операция "деления":

$$[a_1, a_2] (/) [b_1, b_2] = [a_1 / b_2, a_2 / b_1], \quad (4.5)$$

- операция "возведения в степень":

$$[a_1, a_2] (^) i = [a_1^i, a_2^i]. \quad (4.6)$$

По каждому нечеткому числу в структуре исходных данных получаем интервалы достоверности  $[I_1, I_2]$ ,  $[r_{i1}, r_{i2}]$ ,  $[\Delta V_{i1}, \Delta V_{i2}]$ ,  $[C_1, C_2]$ . И тогда, для заданного уровня  $\alpha$ , путем подстановки соответствующих границ интервалов в (4.1) по правилам (4.2) - (4.6), получаем:

$$\begin{aligned} [NPV_1, NPV_2] &= (-) [I_1, I_2] (+) \left( \sum_{i=1}^N \right) \left[ \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i}, \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} \right] \\ & (+) \left[ \frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right] = \\ & = [-I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i} + \frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} + \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}}]. \end{aligned} \quad (4.7)$$

Задавшись приемлемым уровнем дискретизации по  $\alpha$  на интервале принадлежности  $[0, 1]$ , мы можем реконструировать результирующее нечеткое число  $\underline{NPV}$  путем аппроксимации его функции принадлежности  $\mu_{NPV}$  ломаной кривой по интервальным точкам.

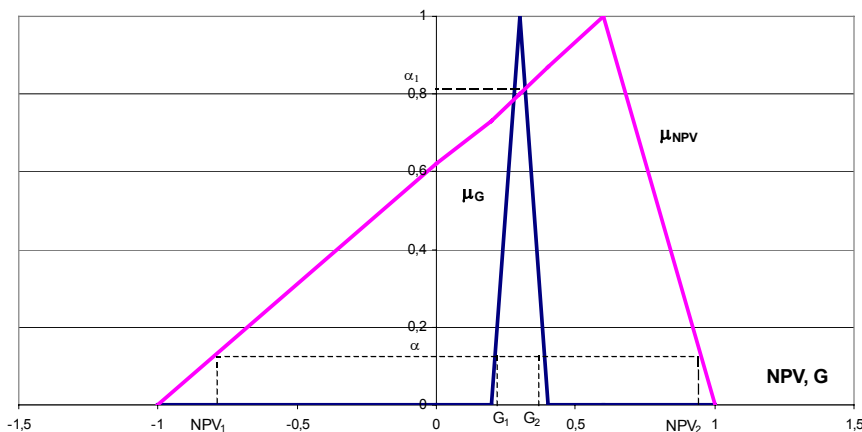
Часто оказывается возможным **привести  $\underline{NPV}$  к треугольному виду**, ограничиваясь расчетами по значимым точкам нечетких чисел исходных данных. Это



позволяет рассчитывать все ключевые параметры в оценке степени риска не приближенно, а на основе аналитических соотношений. Это будет показано ниже.

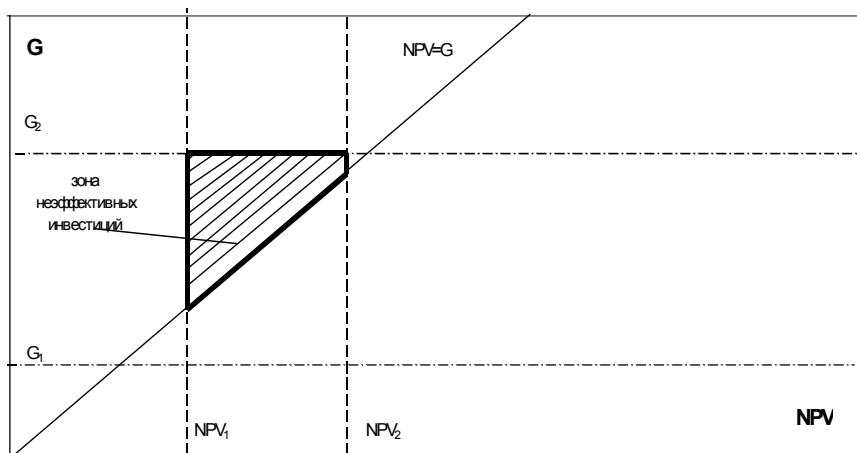
### 4.3. Оценка риска неэффективности проекта на основе нечетких описаний

Перейдем к оценке собственно риска инвестиций. На рис. 4.2 представлены функции принадлежности  $\underline{NPV}$  и критериального значения  $\underline{G}$ .



**Рис. 4.2. Соотношение NPV и критерия эффективности**

Точкой пересечения этих двух функций принадлежности является точка с ординатой  $\alpha_1$ . Выберем произвольный уровень принадлежности  $\alpha$  и определим соответствующие интервалы  $[NPV_1, NPV_2]$  и  $[G_1, G_2]$ . При  $\alpha > \alpha_1$   $NPV_1 > G_2$ , интервалы не пересекаются, и уверенность в том, что проект эффективен, стопроцентная, поэтому степень риска неэффективности инвестиций равна нулю. Уровень  $\alpha_1$  уместно назвать **верхней границей зоны риска**. При  $0 \leq \alpha \leq \alpha_1$  интервалы пересекаются.



**Рис. 4.3. Зона неэффективных инвестиций**

На рис. 4.3 показана заштрихованная зона неэффективных инвестиций, ограниченная прямыми  $G = G_1$ ,  $G = G_2$ ,  $NPV = NPV_1$ ,  $NPV = NPV_2$  и биссектрисой координатного угла  $G = NPV$ . Взаимные соотношения параметров  $G_{1,2}$  и  $NPV_{1,2}$  дают следующий расчет для площади заштрихованной плоской фигуры:

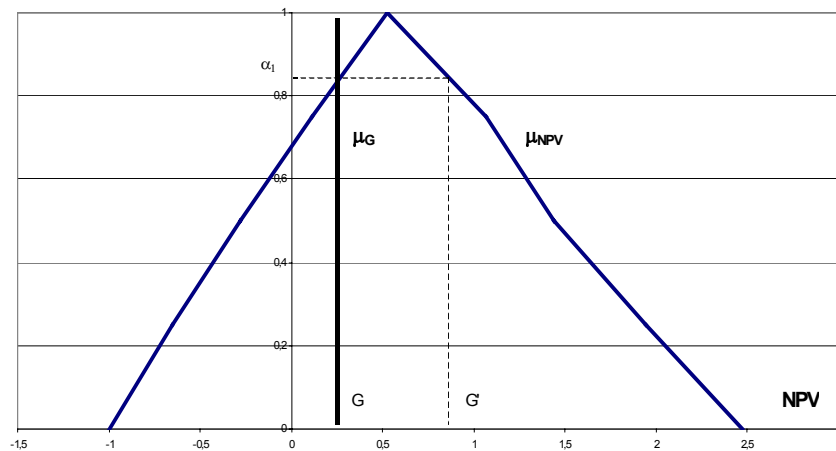
$$S_{\alpha} = \begin{cases} 0, & \text{при } NPV_1 \geq G_2 \\ \frac{(G_2 - NPV_1)^2}{2}, & \text{при } G_2 > NPV_1 \geq G_1, NPV_2 \geq G_2 \\ \frac{(G_1 - NPV_1) + (G_2 - NPV_1)}{2} \times (G_2 - G_1), & \text{при } NPV_1 < G_1, NPV_2 \geq G_2 \\ (G_2 - G_1) \times (NPV_2 - NPV_1) - \frac{(NPV_2 - G_1)^2}{2}, & \text{при } NPV_1 < G_1 \leq NPV_2, NPV_2 < G_2 \\ (G_2 - G_1) \times (NPV_2 - NPV_1), & \text{при } NPV_2 \geq G_1 \end{cases} \quad (4.8)$$

Поскольку все реализации  $(NPV, G)$  при заданном уровне принадлежности  $\alpha$  равновозможны, то степень риска неэффективности проекта  $\varphi(\alpha)$  есть геометрическая вероятность события попадания точки  $(NPV, G)$  в зону неэффективных инвестиций:

$$\varphi(\alpha) = \frac{S_{\alpha}}{(G_2 - G_1) \times (NPV_2 - NPV_1)}, \quad (4.9)$$

где  $S_{\alpha}$  оценивается по (4.8).

Тогда итоговое значение степени риска неэффективности проекта:



**Рис. 4.4. Точечная нижняя граница эффективности**

$$V \& M = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha \quad (4.10)$$

**В важном частном случае** (см. рис. 4.4), когда ограничение  $\underline{G}$  определено четко уровнем  $G$ , то предельный переход в (4.9) при  $G_2 \rightarrow G_1 = G$  дает:

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } G < NPV_1 \\ \frac{G - NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} & , \text{ при } NPV_1 \leq G \leq NPV_2 \\ 1 & , \text{ при } G > NPV_2 \end{cases}, \quad \alpha = [0, 1]. \quad (4.11)$$

Для того, чтобы собрать все необходимые исходные данные для оценки риска, нам потребуется два значения обратной функции  $\mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1)$ . Первое значение есть  $G$  (по определению верхней границы зоны риска  $\alpha_1$ ), второе значение обозначим  $G'$ . Аналогичным образом обозначим  $NPV_{\min}$  и  $NPV_{\max}$  - два значения обратной функции  $\mu_{NPV}^{-1}(0)$ . Также введем обозначение  $\overline{NPV}$  - наиболее ожидаемое значение  $NPV$ . Тогда выражение для степени инвестиционного риска  $V\&M$ , с учетом (4.11) и длинной цепи преобразований, имеет вид:

$$V \& M = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ R \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & NPV_{\min} \leq G < \overline{NPV} \\ 1 - (1 - R) \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & \overline{NPV} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (4.12)$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}}, & G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}, \quad (4.13)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ \frac{G - NPV_{\min}}{\overline{NPV} - NPV_{\min}}, & NPV_{\min} \leq G < \overline{NPV} \\ 1, & G = \overline{NPV} \\ \frac{NPV_{\max} - G}{NPV_{\max} - \overline{NPV}}, & \overline{NPV} < G < NPV_{\max} \\ 0, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}. \quad (4.14)$$

Исследуем выражение (4.12) для трех частных случаев:

1. При  $G = NPV_{\min}$  (предельно низкий риск)  $R = 0$ ,  $\alpha_1 = 0$ ,  $G' = NPV_{\max}$ , и предельный переход в (4.12) дает  $V\&M = 0$ .

2. При  $G = G' = \overline{NPV}$  (средний риск)  $\alpha_1 = 1$ ,  $R = (NPV_{\max} - \overline{NPV}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min}) = 1 - P$ , предельный переход в (4.12) дает  $V\&M = (NPV_{\max} - \overline{NPV}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min})$ .
3. При  $G = NPV_{\max}$  (предельно высокий риск)  $P = 0$ ,  $\alpha_1 = 0$ ,  $G' = 0$ , и предельный переход в (4.12) дает  $V\&M = 1$ .

Таким образом, степень риска  $V\&M$  принимает значения от 0 до 1. Каждый инвестор, исходя из своих инвестиционных предпочтений, может классифицировать значения  $V\&M$ , выделив для себя отрезок неприемлемых значений риска. Возможна также более подробная градация степеней риска. Например, если ввести лингвистическую переменную "**Степень риска**" со своим терм-множеством значений  $\{\text{Незначительная, Низкая, Средняя, Относительно высокая, Неприемлемая}\}$ , то каждый инвестор может произвести самостоятельное описание соответствующих нечетких подмножеств, задав пять функций принадлежности  $\mu_*(V\&M)$ .

Описание метода анализа эффективности инвестиций в нечеткой постановке с оценкой степени риска ошибки инвестиционного решения - завершено. Рассмотрим простой пояснительный пример.

#### 4.4. Расчетный пример

Исходные данные проекта:  $N = 2$ ,  $\underline{I} = (1, 1, 1)$  - точно известный размер инвестиций,  $\underline{r}_1 = \underline{r}_2 = \underline{r} = (0.1, 0.2, 0.3)$ ,  $\underline{\Delta V}_1 = \underline{\Delta V}_2 = \underline{\Delta V} = (0, 1, 2)$ ,  $\underline{C} = (0, 0, 0)$  - остаточная стоимость проекта нулевая,  $\underline{G} = (0, 0, 0)$  - критерием эффективности является неотрицательное значение  $NPV$ .

Результаты расчетов по формуле (4.1) для уровней принадлежности  $\alpha = [0, 1]$  с шагом 0.25 сведены в таблицу 4.1.

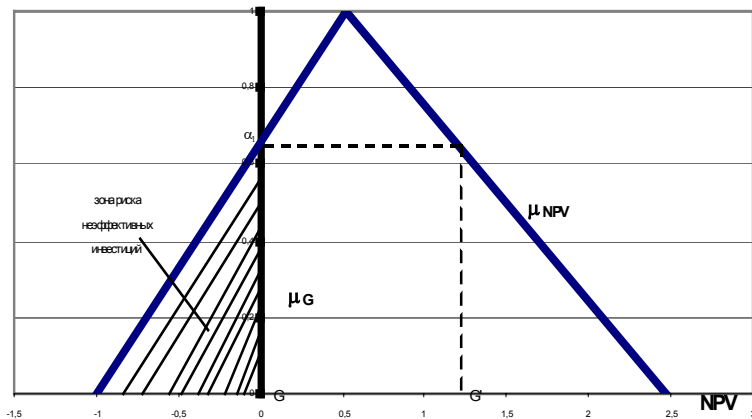
Таблица 4.1

$\alpha$	Интервалы достоверности по уровню принадлежности $\alpha$ для:		
	$\underline{r}$	$\underline{\Delta V}$	$NPV$
1	[0.2, 0.2]	[1, 1]	[0.527, 0.527]
0.75	[0.175, 0.225]	[0.75, 1.25]	[0.112, 1.068]
0.5	[0.15, 0.25]	[0.5, 1.5]	[-0.280, 1.438]
0.25	[0.125, 0.275]	[0.25, 1.75]	[-0.650, 1.944]
0	[0.1, 0.3]	[0, 2]	[-1, 2.470]

Аппроксимация функции  $\mu_{NPV}$  (рис. 4.5) показывает ее близость к треугольному виду

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < -1 \\ \frac{x+1}{0.527+1}, & \text{при } -1 \leq x < 0.527 \\ \frac{2.47-x}{2.47-0.527}, & \text{при } 0.527 < x \leq 2.47 \\ 0, & \text{при } x > 2.47 \end{cases}, \quad (4.15)$$

и этим видом мы будем пользоваться в расчетах.



**Рис. 4.5. Приведение функции принадлежности к треугольному виду**

Пусть принято положительное решение об инвестировании капитала  $I$ . Тогда  $\alpha_1 = \mu_{NPV}(0) = 0.655$ ,  $G' = \mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1) = 1.197$ , и, согласно (4.11) - (4.15),  $R = 0.288$ ,  $V\&M = 0.127$ .

#### 4.5. Коррекция оценки риска в ходе инвестиционного процесса

Продолжим рассмотрение расчетного примера. Пусть принято решение о начале инвестиционного процесса, и по результатам первого периода зафиксировано обратное сальдо  $\Delta V_1 = 1$  при фактически измеренной ставке дисконтирования  $r_1 = 0.2$ . Тогда перерасчет интервальной оценки NPV по (4.1) даст:

$$[NPV_1, NPV_2] = \left[ -0.167 + \frac{\Delta V_{21}}{(1+r_{22})^2}, -0.167 + \frac{\Delta V_{22}}{(1+r_{21})^2} \right]. \quad (4.16)$$

Результаты расчетов по формуле (4.16) сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

$\alpha$	Интервалы достоверности по уровню принадлежности $\alpha$ для:		
	$r$	$\Delta V$	NPV
1	[0.2, 0.2]	[1, 1]	[0.527, 0.527]
0.75	[0.175, 0.225]	[0.75, 1.25]	[0.333, 0.738]
0.5	[0.15, 0.25]	[0.5, 1.5]	[0.153, 0.967]
0.25	[0.125, 0.275]	[0.25, 1.75]	[-0.012, 1.227]
0	[0.1, 0.3]	[0, 2]	[-0.167, 1.489]

Приведение  $NPV$  к треугольному виду дает:

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < -0.167 \\ \frac{x + 0.167}{0.527 + 0.167}, & \text{при } -0.167 \leq x < 0.527 \\ \frac{1.489 - x}{1.489 - 0.527}, & \text{при } 0.527 < x \leq 1.489 \\ 0, & \text{при } x > 1.489 \end{cases}, \quad (4.17)$$

откуда  $\alpha_1 = \mu_{NPV}(0) = 0.241$ ,  $G' = \mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1) = 1.257$ , и, согласно (4.11) - (4.14),  $R = 0.101$ ,  $V\&M = 0.013$ .

Видим, что за счет снижения уровня неопределенности степень риска понизилась почти на порядок. Таким образом, у инвестора появляется эффективный инструмент контроля эффективности инвестиционного процесса.

#### 4.6. Измерение уровня информационной неопределенности

Из расчетов видно, что чем значительнее неопределенность в исходных данных, тем выше риск. Поэтому в ряде случаев инвестор просто обязан **отказаться от принятия решения** и предпринять дополнительные меры по борьбе с неопределенностью. Чтобы знать, когда оправдан отказ от принятия решения, инвестору необходим измеритель неопределенности сложившейся информационной ситуации (неустойчивости проекта [4.2, 4.3]). Логично производить такие измерения по показателю  $\alpha_1$ . Для случая полной определенности  $\alpha_1=0$ . Применительно к  $\mu_{NPV}(x)$  вида (4.16) расчеты дают  $\alpha_{11} = 0.655$ , а для  $\mu_{NPV}(x)$  вида (4.17)  $\alpha_{12} = 0.241 < \alpha_{11}$ . Инвестор опять же может интерпретировать значения  $\alpha_1$  лингвистически, как и в случае лингвистической оценки степени риска, и таким образом обозначить для себя границу  $\alpha_1$ , за которой неопределенность перестает быть приемлемой.

#### 4.7. Развитие предложенного подхода

В качестве дополнительного критерия эффективности инвестиций инвестор может потребовать, чтобы уровень внутренней ставки доходности (IRR - Internal Rate of Return) проекта превышал некий нечеткий порог  $\underline{H}$ . Тогда, если по критерию  $\{NPV \succ \underline{G}\}$  степень риска инвестиций составляет  $V\&M_1$ , а по критерию  $\{IRR \succ \underline{H}\}$  она же составляет  $V\&M_2$ , то результирующая степень риска может быть оценена как  $V\&M = \max(V\&M_1, V\&M_2)$ .

Строгий с математической точки зрения подход к использованию показателя IRR в инвестиционном анализе см. в [4.11].

#### Выводы

Умея грамотно описать нечеткость исходных данных, мы логическим путем переходим к нечеткости результирующих показателей. Оценка инвестиционного риска - это оценка меры возможности неблагоприятных событий в ходе инвестиционного процесса, когда ожидаемость таких событий, задаваемая функцией принадлежности соответствующих нечетких чисел, известна или определяется специальными методами.

Подход, основанный на нечеткостях, преодолевает недостатки вероятностного и минимаксного подходов, связанные с учетом неопределенности. Во-первых, здесь формируется *полный спектр* возможных сценариев инвестиционного процесса. Во-вторых, решение принимается не на основе *двух* оценок эффективности проекта, а *по всей совокупности* оценок. В-третьих, ожидаемая эффективность проекта не является точечным показателем, а представляет собой поле интервальных значений со своим распределением ожиданий, характеризующимся функцией принадлежности соответствующего нечеткого числа. А взвешенная полная совокупность ожиданий позволяет оценить интегральную меру ожидания негативных результатов инвестиционного процесса, т.е. степень инвестиционного риска.

Метод, названный нами V&M-метод оценки риска инвестиций©, и предложенный здесь показатель степени риска, названный нами V&M-показатель оценки риска инвестиций©, использованы в разработанной консультационной группой "Воронов и Максимов" программной модели "МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка" и широко применяются в автоматизированном инвестиционном анализе.

## 5. Оценка доходности и риска акций и паев взаимных фондов

Под доходностью акции (пая) в мировой практике принято понимать относительное приращение цены акции (пая) за расчетный период времени.

Одна из характерных вероятностных моделей цены акции является модель винеровского случайного процесса с постоянными параметрами  $\mu$  (коэффициент сноса, по смыслу – предельная курсовая доходность) и  $\sigma$  (коэффициент диффузии, по смыслу – стандартное отклонение от среднего значения предельной доходности). Аналитическое описание винеровского процесса [5.1]:

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \mu dt + \sigma z(t), \quad (5.1)$$

где  $z(t)$  – стандартный винеровский процесс (броуновское движение, случайное блуждание) с коэффициентом сноса 0 и коэффициентом диффузии 1.

В приращениях запись (5.1) приобретает вид

$$\frac{\Delta S(t)}{S(t)\Delta T} = \mu + \sigma \frac{z(t)}{\Delta T}, \quad (5.2)$$

Из (5.1) – (5.2) следует, что доходность, как мы ее понимаем, имеет *нормальное распределение* с матожиданием  $\mu$  и среднеквадратическим отклонением  $\sigma$ . Обозначим плотность этого распределения  $\phi(r, \mu, \sigma)$ , где  $r$  – расчетное значение доходности.

Однако, если пронаблюдать фактическое ценовое поведение акций и паев взаимных фондов, то мы увидим, что доходность этих активов не колеблется вокруг постоянной случайной величины, но образует динамический тренд. Поэтому винеровская модель в чистом виде применяется крайне редко и на временных интервалах малой длительности.

Применим соображения, которые мы выдвинули в главе 2 книги, для приведения винеровской модели к нечетко-множественному виду.

Пусть у нас есть квазистатистика доходностей  $(r_1, \dots, r_N)$  мощности  $N$  и соответствующая ей гистограмма  $(v_1, \dots, v_M)$  мощности  $M$ . Для этой квазистатистики мы подбираем двупараметрическое нормальное распределение, руководствуясь критерием правдоподобия



$$F(\mu, \sigma) = -\sum_{i=1}^M \left( \frac{v_i}{\Delta r} - \varphi(r_i, \mu, \sigma) \right)^2 \rightarrow \max, \quad (5.3)$$

где  $r_i$  – отвечающее  $i$ -му столбцу гистограммы расчетное значение доходности,  $\Delta r$  – уровень дискретизации гистограммы.

Задача (5.3) – это задача нелинейной оптимизации, которое имеет решение

$$F_0 = \max_{(\mu, \sigma)} F(\mu, \sigma), \quad (5.4)$$

причем  $\mu_0, \sigma_0$  – аргументы максимума  $F(\mu, \sigma)$ , представляющие собой контрольную точку.

Выберем уровень отсечения  $F_1 < F_0$  и признаем все вероятностные гипотезы правдоподобными, если соответствующий критерий правдоподобия лежит в диапазоне от  $F_1$  до  $F_0$ . Тогда всем правдоподобным вероятностным гипотезам отвечает множество векторов  $\mathcal{N}'$ , которое в двумерном фазовом пространстве представляет собой выпуклую область с нелинейными границами.

Впишем в эту область прямоугольник максимальной площади, грани которого сориентированы параллельно фазовым осям. Тогда этот прямоугольник представляет собой усечение  $\mathcal{N}'$  и может быть описан набором интервальных диапазонов по каждой компоненте

$$\mathcal{N}'' = (\mu_{\min}, \mu_{\max}; \sigma_{\min}, \sigma_{\max}) \in \mathcal{N}'. \quad (5.5)$$

Назовем  $\mathcal{N}''$  зоной предельного правдоподобия. Разумеется, контрольная точка попадает в эту зону, то есть выполняется

$$\mu_{\min} < \mu_0 < \mu_{\max}, \sigma_{\min} < \sigma_0 < \sigma_{\max} \quad (5.6)$$

что вытекает из унимодальности и гладкости функции правдоподобия.

Тогда мы можем рассматривать числа  $\mu = (\mu_{\min}, \mu_0, \mu_{\max})$ ,  $\sigma = (\sigma_{\min}, \sigma_0, \sigma_{\max})$  как треугольные нечеткие параметры плотности распределения  $\varphi(\bullet)$ , которая и сама в этом случае имеет вид нечеткой функции.

Рассмотрим пример.

### Пример 5.1

По результатам наблюдений за ценной бумагой сформирована квазистатистика мощностью  $N=100$  отсчетов, представленная в диапазоне  $-5 \div +15$  процентов годовых следующей гистограммой с уровнем дискретизации 2% годовых мощностью  $M=10$  интервалов (таблица 5.1):

Таблица 5.1

Расчетная доходность $r_i$ , % годовых (середина интервала)	Число попавших в интервал отсчетов квазистатистики $n_i$	Частота $v_i = n_i/N$
-4	5	0.05
-2	2	0.02
0	3	0.03
2	8	0.08
4	10	0.1
6	20	0.2
8	28	0.28
10	19	0.19
12	5	0.05
14	0	0

Оценить параметры нормального распределения доходности.

### Решение

Решением задачи нелинейной оптимизации (5.3) является  $F_0 = -0.0022$  при  $\mu_0 = 7.55\%$  годовых,  $\sigma_0 = 2.95\%$  годовых. Зададимся уровнем отсечения  $F_1 = -0.004$ . В таблицу 5.2 сведены значения критерия правдоподобия, и в ней курсивом выделены значения, удовлетворяющие выбранному нами критерию правдоподобия.

Таблица 5.2

$F(\mu, \sigma) \times 10000$ при $\sigma =$					
$\mu$	2	2.5	3	3.5	4
6	-214	-120	-79	-66	-67
6.5	-151	-76	-49	-45	-52
7	-104	-46	<b>-29</b>	<b>-32</b>	-44
7.5	-77	<b>-31</b>	<b>-22</b>	<b>-29</b>	-43
8	-76	<b>-34</b>	<b>-28</b>	<b>-36</b>	-49
8.5	-100	-56	-47	-52	-62

Видно, что при данном уровне дискретизации параметров можно построить зону предельного правдоподобия двумя путями:

$$\aleph''_1 = (7.5, 8.0; 2.5, 3.5), \aleph''_2 = (7.0, 8.0; 3.0, 3.5), \quad (5.7)$$

причем контрольная точка попадает в оба эти прямоугольника. Точное же решение этой задачи, разумеется, единственное:

$$\aleph'' = (6.8, 8.3; 2.3, 3.8), \quad (5.8)$$

и  $\mu = (6.8, 7.55, 8.3)$ ,  $\sigma = (2.3, 2.95, 3.8)$  – искомая нечеткая оценка параметров распределения.

## 6. Оценка доходности и риска ценных бумаг с фиксированным доходом

### 6.1. Вероятностный подход

Нам трудно назвать работу, в которой бы проводился вероятностный анализ доходности и риска долговых обязательств. Скорее всего это связано с тем, что доходность такого рода бумаг *не лежит в произвольно широких пределах*, как это имеет место для акций и паев взаимных фондов на акциях. Моделируя ценные бумаги с фиксированным доходом, мы знаем параметры выпуска (дата выпуска, цена размещения, дата погашения, число купонов, их размер и периодичность). Единственное, чего мы не знаем, - это то, как будет изменяться котировка этих бумаг на рынке в зависимости от текущей стоимости заемного капитала, которая косвенно может быть оценена уровнем федеральной процентной ставки страны, где осуществляются заимствования.

Идея вероятностного анализа долговых обязательств, представленная здесь, состоит в том, чтобы **отслостить** от истории сделок с долговыми обязательствами неслучайную составляющую цены (**тренд**). Тогда оставшаяся случайная составляющая (**шум**) цены может рассматриваться нами как случайный процесс с непрерывным временем, в сечении которого лежит нормально распределенная случайная величина с нулевым средним значением и со среднеквадратичным отклонением (СКО), равным  $\sigma(t)$ , где  $t$  – время наблюдения случайного процесса. Ожидаемый вид функции  $\sigma(t)$  будет исследован нами позже.

Получим аналитический вид трендов долговых обязательств и для начала рассмотрим простейшие случаи таких выражений, которые имеют место для дисконтных бескупонных облигаций и дисконтных векселей.

#### 6.1.1. Дисконтные облигации и векселя

Пусть бумага данного вида эмиттирована в момент времени  $T_1$  по цене  $N_0 < N$ , где  $N$  – номинал ценной бумаги. Тогда разница  $N - N_0$  составляет дисконт по бумаге. Параметрами выпуска также определен срок погашения бумаги  $T_M$ , когда владельцу бумаги возмещается ее номинал в денежном выражении.

Пусть  $t$  – момент времени, когда инвестор собирается приобрести бумагу. Определим ее справедливую рыночную цену  $C(t)$ . Это выражение и является трендом для случайного процесса цены бумаги.

Пусть время в модели дискретно, а интервал дискретизации – год. Бумага выпускается в обращение в начале первого года, а гасится в конце  $n$  – го. Тогда

рыночная цена дисконтного инструмента, приобретаемого в начале  $(k+1)$  – го года обращения бумаги, имеет вид:

$$C(k) = \frac{N}{(1+r)^{n-k}}, \quad (6.1)$$

где  $r$  – внутренняя норма доходности долгового инструмента, определяемая по формуле:

$$r = (N/N_0)^{1/n} - 1. \quad (6.2)$$

Формула (6.1) предполагает, что на рынке имеются бумаги с той же самой внутренней нормой доходности, что и наша, которые при этом имеют реинвестируемые купонные платежи, а период реинвестирования равен одному году. Если бы не так, то расчет следовало бы вести по формуле, предполагающей, что период реинвестирования платежей совпадает с периодом обращения дисконтного инструмента.

Получим аналоги формул (6.1) и (6.2) для непрерывного времени, предполагая по ходу, что реинвестирование также идет в непрерывном времени с периодом бесконечно малой длительности. Это делается следующим образом. Разобьем весь период обращения ценной бумаги  $[T_I, T_M]$  на интервалы числом  $n$  и длительностью

$$\Delta = (T_M - T_I) / n. \quad (6.3)$$

Обозначим  $t = T_I + k * \Delta$  и применим к расчету рыночной цены бумаги формулы (6.1) и (6.2). Это дает:

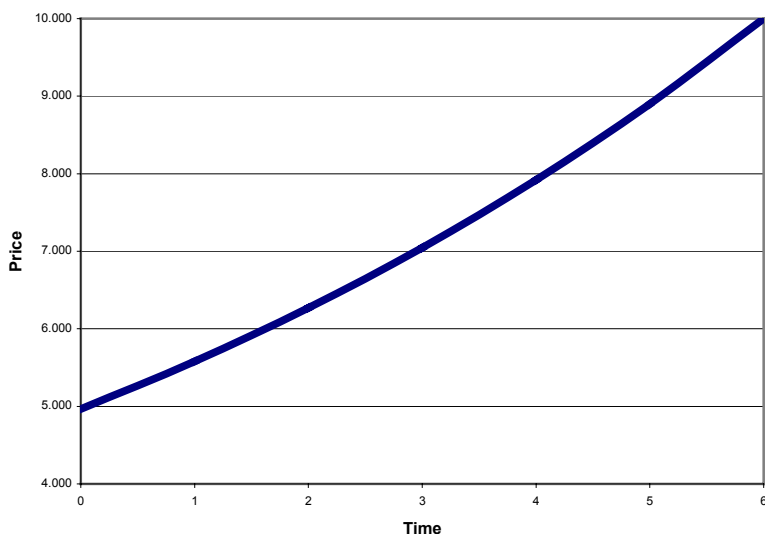
$$C(t) = \frac{N}{\left(1 + \frac{r \times \Delta}{T_M - T_I}\right)^{\frac{T_M - t}{\Delta}}}, \quad (6.4)$$

$$r = \left( (N/N_0)^{\frac{\Delta}{T_M - T_I}} - 1 \right) \times \frac{T_M - T_I}{\Delta}. \quad (6.5)$$

Предельный переход в (6.4) и (6.5) при  $\Delta \rightarrow 0$  дает:

$$C(t) = N \times \exp \left( - \frac{T_M - t}{T_M - T_I} \times r \right), \quad (6.6)$$

$$r = \ln \frac{N}{N_0}. \quad (6.7)$$



**Рис. 6.1. Функция справедливой цены дисконтной облигации**

Это и есть соотношение для справедливой цены дисконтной бумаги для непрерывного времени. Качественный вид функции (6.5) представлен на рис. 6.1.

Сделаем предположение о характере шума цены. Для этого построим частную производную цены по показателю внутренней нормы доходности бумаги:

$$\frac{\partial C}{\partial r} = N \times \exp\left(-\frac{T_M - t}{T_M - T_I} \times r\right) \times \left(-\frac{T_M - t}{T_M - T_I}\right). \quad (6.8)$$

Видно, что чувствительность цены к колебаниям процентной ставки имеет нестационарный вид и убывает до нуля по мере приближения срока погашения бумаги. Таким образом, резонно искать среднеквадратичное отклонение (СКО) шума как функцию вида:

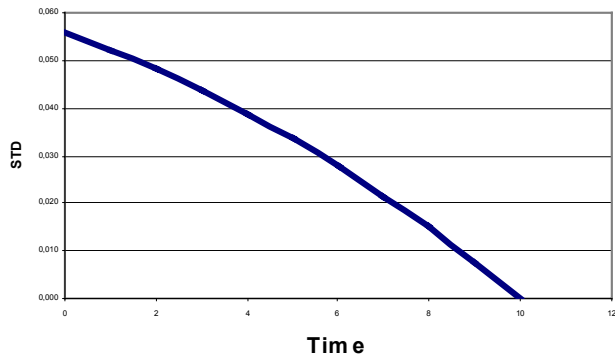
$$\sigma(t) = \sigma_0 \times \exp\left(-\frac{T_M - t}{T_M - T_I} \times r\right) \times \frac{T_M - t}{T_M - T_I}. \quad (6.9)$$

Ожидаемый вид СКО представлен на рис. 6.2.

С практической точки зрения это означает следующее. Мы наблюдаем случайный процесс цен на бумаги, который можно обозначить  $H(t)$ . Тогда шум процесса имеет вид

$$\varepsilon(t) = H(t) - C(t), \quad (6.10)$$

где  $C(t)$  – тренд цены - определяется по (6.6).



**Рис. 6.2. Ожидаемый вид функции СКО**

Перейдем от нестационарного шума к стационарному введением корректирующего делителя

$$\varepsilon^*(t) = \varepsilon(t) / \left\{ \exp \left( -\frac{T_M - t}{T_M - T_I} \times r \right) \times \frac{T_M - t}{T_M - T_I} \right\}. \quad (6.11)$$

Тогда процесс  $\varepsilon^*(t)$  является стационарным, и в его сечении находится случайная величина с матожиданием 0 и с СКО  $\sigma_0$ . И определение фактического значения параметра  $\sigma_0$  этого процесса может производиться стандартными методами.

Теперь посмотрим, что делается со случайной величиной доходности долгового инструмента, в процентах годовых:

$$R(t, T) | H(t) = \frac{H(t+T) - H(t)}{H(t) \times T} = \frac{C(t+T) - H(t) + \varepsilon(t+T)}{H(t) \times T}, \quad (6.12)$$

где  $T$  - период владения долговым инструментом.

Заметим здесь, что рыночная цена  $H(t)$ , измеренная в момент  $t$ , не рассматривается нами как случайная величина, так как ее значение в этот момент известно. Эта же цена неизвестна в будущем времени  $(t+T)$  и является случайной величиной, которая имеет нормальное распределение с матожиданием  $C(t+T)$  и СКО  $\sigma(t+T)$  (эти функции вычисляются по формулам (6.6) и (6.9)).

Случайный процесс доходности на интервале  $[t, t+T]$  в сечении имеет параметры:

$$\bar{R}(t, T) | H(t) = \frac{C(t+T) - H(t)}{H(t) \times T} - \text{матожидание}, \quad (6.13)$$

$$\Theta(t, T) | H(t) = \frac{\sigma(t+T)}{H(t) \times T} - \text{СКО}. \quad (6.14)$$

Рассмотрим пример анализа доходности дисконтной облигации.

### Расчетный пример 6.1

Облигация номиналом  $N = 1000\$$  выпускается в обращение в момент времени  $T_1 = 0$  (далее все измерения времени идут в годах) сроком на 2 года с дисконтом 30%, то есть по эмиссионной цене  $N_0 = 700\$$ . Инвестор намеревается приобрести бумагу в момент времени  $t = 1$ . В этот момент текущая цена бумаги на рынке составляет  $H(1) = 820\$$ . Для проведения статистического анализа доступна история сделок с бумагой за истекший год ее обращения. Требуется идентифицировать доходность облигации  $R(t=1, T)$  на протяжении оставшегося года владения ( $T \in [0, 1]$ ) как случайный процесс и определить параметры этого процесса.

### Решение

Согласно (6.6), (6.7), внутренняя норма доходности нашей облигации составляет

$$r = \ln(1000/700) = 35.67\% \text{ годовых}, \quad (6.15)$$

а справедливая цена

$$C(t) = 1000 * \exp(-(2-t) * 0.3567/2), \quad t \in [0, 2]. \quad (6.16)$$

Далее следует этап анализа истории цены за истекший год. СКО шума цены, согласно (6.9), имеет вид

$$\sigma(t) = \sigma_0 \times \exp\left(-\frac{2-t}{2} \times 0.3567\right) \times \frac{2-t}{2}, \quad (6.17)$$

где  $\sigma_0$  определяется на основе анализа истории скорректированного шума цены вида (6.11).

Теперь бумага полностью идентифицирована. Случайный процесс ее доходности имеет параметры, которые определяются по формулам (6.13), (6.14). В частности, на момент погашения бумаги  $T = 1$ ,  $C(2) = 1000\$$ ,  $\sigma(1+1) = 0$ ,  $\varepsilon(1+1) = 0$ , и  $R(1,1) = (1000 - 820)/(820 * 1) = 21.95\% \text{ годовых}$  – *неслучайная величина*.

Оценим процесс количественно через  $T = 0.5$  лет владения бумагой, задавшись параметром СКО шума  $\sigma_0 = 20\$$ . Тогда



$$C(1.5) = 1000 \cdot \exp(-(2-1.5) \cdot 0.3567/2) = 914.7\$, \quad (6.18)$$

$$\sigma(1.5) = 20 \times \exp\left(-\frac{2-1.5}{2} \times 0.3567\right) \times \frac{2-1.5}{2} = 4.5\$, \quad (6.19)$$

$$\bar{R}(1, 0.5) | H(1) = \frac{C(1.5) - H(1)}{H(1) \times 0.5} = 22.9\% \text{ годовых}, \quad (6.20)$$

$$\Theta(1, 0.5) | H(1) = \frac{\sigma(1.5)}{H(1) \times 0.5} = 1.1\% \text{ годовых}. \quad (6.21)$$

### 6.1.2. Процентные облигации и векселя

Пусть бумага данного вида эмиттирована в момент времени  $T_I$  по цене  $N_0$ , причем эта цена может быть как выше, так и ниже номинала (это обусловлено соотношением объявленной купонной ставки и среднерыночной ставки заимствования, с учетом периодичности платежей). Обозначим размер купона  $\Delta N$ , а число равномерных купонных выплат длительностью  $\Delta \tau$  за период обращения обозначим за  $K$ , причем для общности установим, что платеж по последнему купону совпадает с моментом погашения бумаги.

Тогда временная последовательность купонных платежей может быть отображена вектором на оси времени с координатами

$$\tau_i = i \times \Delta \tau + T_I, \quad \Delta \tau = \frac{T_M - T_I}{K}, \quad i = 1, \dots, K \quad (6.22)$$

Формула для справедливой цены процентного долгового инструмента имеет вид:

$$C(t) = C_{BK}(t) + \sum_{j=1}^{K-1} C_j(t), \quad (6.23)$$

где

$$i = \text{index}(\tau_j \mid \tau_{j-1} \leq t \leq \tau_j, \quad \tau_0 = T_I) - \quad (6.24)$$

номер интервала, которому принадлежит рассматриваемый момент  $t$ ,

$$C_{BK}(t) = (N + \Delta N) \times \exp\left(-\frac{T_M - t}{T_M - T_I} \times r\right), \quad (6.25)$$

$$C_j(t) = \Delta N \times \exp\left(-\frac{\tau_j - t}{T_M - T_I} \times r\right), \quad j = i, \dots, K-1, \quad (6.26)$$

моменты  $\tau_i$  определяются соотношением (6.22), а внутренняя норма доходности долгового инструмента  $r$  отыскивается как корень трансцендентного уравнения вида

$$C(T_1) = N_0. \quad (6.27)$$

Если купон по процентной бумаге нулевой, то переходим к рассмотренному выше случаю дисконтной бумаги.

Анализ соотношений (6.25) и (6.26) показывает, что шум цены, тренд которой имеет вид (6.23), является нелинейно затухающей кусочной функцией на каждом интервале накопления купонного дохода, причем шум получает как бы две составляющих: глобальную – для всего периода обращения бумаги, и локальную – на соответствующем моменту  $t$  интервале накопления купонного дохода.

Исследуем характер шума цены процентной бумаги:

$$\varepsilon(t) = H(t) - C(t), \quad (6.28)$$

где  $C(t)$  – тренд цены - определяется по (6.23).

Руководствуясь соображениями, изложенными в предыдущем примере дисконтных бумаг, будем отыскивать СКО шума цены в виде:

$$\sigma(t) = \sigma_0 \times \lambda(t) \quad (6.29)$$

где

$$\lambda(t) = \frac{\Delta N}{N} \times \sum_{j=1}^{K-1} \exp\left(-\frac{\tau_j - t}{T_M - T_1} \times r\right) \times \frac{\tau_j - t}{T_M - T_1} + \frac{(N + \Delta N)}{N} \times \exp\left(-\frac{T_M - t}{T_M - T_1} \times r\right) \times \frac{T_M - t}{T_M - T_1}, \quad (6.30)$$

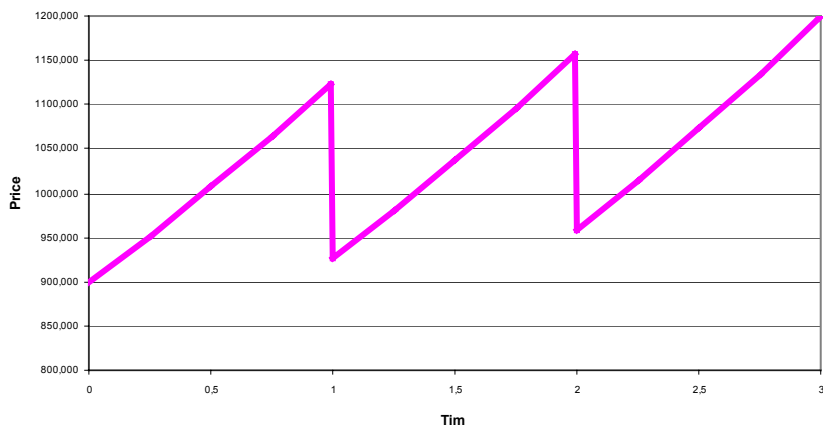
а  $i$  определяется по (6.24). Соотношение (6.30) является частной производной справедливой цены (6.23) по показателю внутренней нормы доходности бумаги с точностью до постоянного множителя.

Аналогично предыдущему примеру, мы можем получить нормировочный делитель для шума цены процентной бумаги. Переход от нестационарного шума к стационарному будет иметь вид:

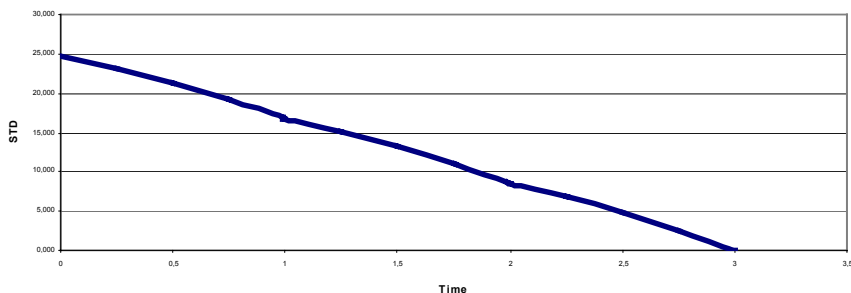
$$\varepsilon^*(t) = \varepsilon(t) / \lambda(t), \quad (6.31)$$

где  $\lambda(t)$  определяется по (6.30). При уменьшении величины купона до нуля соотношение (6.29) переходит в (6.9), что косвенно подтверждает правоту наших выкладок.

На рис. 6.3 приведен примерный вид тренда цены процентной бумаги, а на рис. 6.4 – примерный вид СКО такой бумаги.



**Рис. 6.3. Функция справедливой цены процентной бумаги**



**Рис. 6.4. Функция СКО процентной бумаги**

Что касается доходности процентных инструментов, то формулы (6.12) – (6.13) получают поправку в виде проплаченного за время  $T$  купонного дохода:

$$R(t, T)|H(t) = \frac{H(t+T) - H(t) + m \times \Delta N}{H(t) \times T} = \frac{C(t+T) - H(t) + m \times \Delta N + \varepsilon(t+T)}{H(t) \times T}, \quad (6.32)$$

где  $m$  – число оплаченных купонов процентной бумаги за период  $T$ .

Вывод о том, что случайный процесс  $R(t, T)$  имеет в своем сечении нормальную величину, сохраняется без изменений. Параметры этой случайной величины:

$$\bar{R}(t, T) | H(t) = \frac{C(t+T) - H(t) + m \times \Delta N}{H(t) \times T}, \quad (6.33)$$

$$\Theta(t, T) | H(t) = \frac{\sigma(t+T)}{H(t) \times T}. \quad (6.34)$$

Рассмотрим расчетный пример.

### Расчетный пример 6.2

Облигация номиналом  $N = 1000\$$  выпускается в обращение в момент времени  $T_1 = 0$  (далее все измерения времени идут в годах) сроком на 3 года с дисконтом 10%, то есть по эмиссионной цене  $N_0 = 900\$$ . По бумаге объявлено три годовых купона по ставке 20% годовых, то есть размером  $\Delta N = 200\$$ . Инвестор намеревается приобрести бумагу в момент времени  $t=1$  сразу после первого купонного платежа. В этот момент текущая цена бумаги на рынке составляет  $H(1) = 940\$$ . Для проведения статистического анализа доступна история сделок с бумагой за истекший год ее обращения. Требуется идентифицировать доходность облигации  $R(t=1, T)$  на протяжении оставшихся двух лет владения ( $T \in [0, 2]$ ) как случайный процесс и определить параметры этого процесса.

### Решение

Определим внутреннюю норму доходности нашей процентной бумаги, итеративно решив уравнение (6.27). Тогда, согласно (6.23), это уравнение приобретает вид:

$$(1000 + 200) * \exp(-r) + 200 * (\exp(-r/3) + \exp(-2r/3)) = 900, \quad (6.35)$$

откуда методом итераций получаем  $r = 67.2\%$  годовых.

Выражение для справедливой цены приобретает вид:

$$C(t) = \begin{cases} 1200 \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times 0.672\right) + 200 \times \exp\left(-\frac{2-t}{3} \times 0.672\right), & t \in [1, 2-0] \\ 1200 \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times 0.672\right), & t \in [2, 3] \end{cases}, \quad (6.36)$$

Далее следует этап анализа истории цены за истекший год. СКО шума цены, согласно (6.29) – (6.30), имеет вид

$$\sigma(t) = \sigma_0 \times \lambda(t), \quad (6.37)$$

где

$$\lambda(t) = \begin{cases} \frac{200}{1000} \times \exp\left(-\frac{2-t}{3} \times 0.672\right) \times \frac{2-t}{3} + \frac{1200}{1000} \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times 0.672\right) \times \frac{3-t}{3}, & t \in [1, 2-0] \\ \frac{1200}{1000} \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times 0.672\right) \times \frac{3-t}{3}, & t \in [2, 3] \end{cases} \quad (6.38)$$

а  $\sigma_0$  определяется на основе анализа истории скорректированного шума цены вида (6.31).

Теперь бумага полностью идентифицирована. Случайный процесс ее доходности имеет параметры, которые определяются по формулам (6.13), (6.14). В частности, на момент погашения бумаги  $T = 2$ ,  $C(3) = 1200\$$ ,  $\sigma(1+2) = 0$ ,  $\varepsilon(1+2) = 0$ , и  $R(1,2) = (1200-940)/(940*2) = 13.83\%$  годовых – неслучайная величина.

Оценим процесс количественно через  $T = 1$  год владения бумагой *непосредственно перед* получением дохода по второму купону, задавшись параметром СКО шума  $\sigma_0 = 20\$$ . Тогда

$$C(2-0) = 1200 * \exp(-(3-2)*0.672/3) + 200 = 1159.2\$, \quad (6.39)$$

$$\sigma(2-0) = 20 \times 1.2 \times \exp\left(-\frac{3-2}{3} \times 0.672\right) \times \frac{3-2}{3} = 6.4\$, \quad (6.40)$$

$$\bar{R}(1,1-0)|H(1) = \frac{C(2-0) - H(1)}{H(1) \times 1} = 23.3\% \text{ годовых}, \quad (6.41)$$

$$\Theta(1,1-0)|H(1) = \frac{\sigma(2-0)}{H(1) \times 1} = 0,7\% \text{ годовых}. \quad (6.42)$$

## 6.2. Нечетко-множественный подход

Обладая квазистатистикой ценового поведения облигации, мы можем оценить СКО шума цены (6.9) и (6.29) как треугольную нечеткую функцию фактора времени, по аналогии с тем, как это делается в главе 5 книги. И все соответствующие вероятностные распределения приобретают вид нечетких функций, а случайные процессы приобретают постоянные нечеткие параметры.

## Выводы

Мы получили вероятностную интерпретацию цены долгового инструмента. Это новый подход к анализу бумаг такого рода, но он обещает быть весьма плодотворным, когда дело дойдет до оптимизации смешанных портфелей, содержащих как акции или пай, так и долговые обязательства. Зная матожидание и дисперсию цены, мы можем оценивать то же для текущей доходности. И тогда мы можем решать задачу Марковица,

отыскивая максимум доходности портфеля при фиксированном СКО портфеля. Подробно это обсуждается в главе 8 настоящей монографии.

Если квазистатистики по отдельной долговой бумаге нет, можно воспользоваться статистикой квазистатистикой ведущих индексов по долговым обязательствам (например, индексами доходности по 10-летним или 30-летним государственным долговым обязательствам, анализируемыми в пределах последнего года). Параметры случайных процессов для этих индексов могут быть взяты за основу при моделировании ценовых случайных процессов для индивидуальных долговых обязательств, при этом мера уверенности эксперта в оценке параметров будет находиться в обратной зависимости от ширины расчетного коридора, формируемого соответствующими нечеткими числами и вероятностными распределениями с нечеткими параметрами.

## 7. Инвестиции в производные ценные бумаги и их комбинации

### 7.1. Эффективность инвестиций в опционы call и put

Что сегодня известно об эффективности вложений в опционы? Много. Хорошо известна классическая формула оценки справедливой цены опциона, предложенная нобелевскими лауреатами Блэком и Шоулзом [7.1,7.2], и она повсеместно используется в опционных калькуляторах.

Из анализа библиографии возникает странное чувство, что все задачи в области анализа эффективности использования опционов, что ставятся и решаются исследователями, - *обратные* по отношению к *прямой*, которая не ставится и не решается. Чем это можно объяснить? Вероятно, сильным воздействием на развитие теории результата, полученного Блэком и Шоулзом. Все прочие изыскания как бы идут в фарватере этого результата, он доминирует над ходом научной мысли в этой области знаний.

Что я понимаю под прямой и обратной задачами? Рассмотрим на примере.

Берем любой опционный онлайн-калькулятор, к примеру, [7.3]. Известны: исходная цена бумаги, дивидендный доход в процентах, безрисковая процентная ставка, страйк, срок опционного контракта или срок до его исполнения. Далее есть варианты расчета. Если известна волатильность подлежащего актива, можно посчитать теоретическую цену опциона, и наоборот, если известна фактическая цена опциона, можно оценить соответствующую волатильность актива. Среди исходных данных мы не найдем расчетную доходность актива, потому что, согласно результатов Блэка и Шоулза, теоретическая цена опциона не зависит от расчетной доходности подлежащего актива. Также все известные опционные калькуляторы позволяют оценить значения производных параметров, называемых в финансовой теории опционов *греческими буквами*. Существо этих параметров объясняется в [7.2] и непосредственно в [7.3].

Итак, мы можем оценить, насколько сильно теоретическая цена опциона отличается от фактической и тем самым сделать косвенную оценку эффективности использования опционов. Превосходно. Но может ли такая оценка быть количественной? Что, если я приобретаю не один опцион, а выстраиваю опционную комбинацию? Каков инвестиционный эффект от покрытия опционом подлежащего актива?

Чтобы ответить на перечисленные вопросы, нужно как бы отстраниться от всего достигнутого в опционной теории и посмотреть на проблему *совсем с другой стороны* – а именно так, так, как на нее смотрит классический инвестор. А он задается простым вопросом: *если я покупаю по известной цене один опцион или некоторую опционную комбинацию, на какой эффект с точки зрения доходности и риска своих вложений я могу рассчитывать?*

Вот именно эту-то задачу я и называю **прямой**. И тогда, если я разработал метод оценки доходности и риска вложений в опционы, я смогу дать ответ на поставленный вопрос и на все остальные, с ним связанные. Умея рассчитывать доходность и риск одного или группы опционов, я смогу перейти к оценке того же для опционных портфелей. Собственно, этому-то и посвящена настоящая работа.

### ***7.1.1. Формальная постановка задачи и модельные допущения***

Введем следующие обозначения, которые будем употреблять в дальнейшем:

*Входные данные (дано):*

$T$  – расчетное время (срок жизни портфеля или время до исполнения опционного контракта);  
 $S_0$  – стартовая цена подлежащего опционам актива;  
 $z_c$  – цена приобретения опциона call;  
 $z_p$  – цена приобретения опциона put;  
 $x_c$  – цена исполнения опциона call;  
 $x_p$  – цена исполнения опциона put;  
 $S_T$  – финальная цена подлежащего опционам актива в момент  $T$  (случайная величина);  
 $r_T$  – текущая доходность подлежащего актива, измеренная в момент времени  $T$  по отношению к стартовому моменту времени  $0$  (случайная величина);  
 $\overline{r_T}$  – среднеожидаемая доходность подлежащего актива;  
 $\sigma_r$  – среднеквадратическое отклонение (СКО) доходности подлежащего актива;

*Выходные данные (найти):*

$I_T$  – доход (убыток) по опциону (комбинации), случайная величина;  
 $R_T$  – текущая доходность опциона (комбинации), измеренная в момент времени  $T$  по отношению к стартовому моменту времени  $0$  (случайная величина);  
 $\overline{R_T}$  – среднеожидаемая доходность опциона (комбинации);  
 $\sigma_R$  – СКО доходности опциона (комбинации);  
 $Q_T$  – риск опциона (комбинации).

Далее по тексту работы все введенные обозначения будут комментироваться в ходе их использования.

Также мы дополнительно оговариваем следующее:

1. Мы не рассматриваем возможность дивидендных выплат (чтобы не усложнять модель).



2. Здесь и далее мы будем моделировать опционы только *американского типа*, т.е. такие, которые могут быть исполнены в любой момент времени на протяжении всего срока действия опциона. Это необходимо, чтобы не требовать синхронизации срока жизни портфеля на подлежащих опционам активах и сроков соответствующих опционных контрактов.

Еще один важный момент. Общепринятым модельным допущением к процессу ценового поведения акций является то, что процесс изменения котировки является винеровским случайным процессом [7.1,7.2], и формула Блэка-Шоулза тоже берет это предположение за исходное. Все, что я думаю по поводу применения вероятностных моделей к анализу ценового поведения акций, я подробно изложил в [7.4]. В этом же смысле высказывается и автор работы [7.5]. Существуют определенные ограничения на использование вероятностей в экономической статистике. Но, поскольку этот инструмент учета неопределенности является традиционным и общеупотребительным, я хочу оформить свои результаты в вероятностной постановке, при простейших модельных допущениях с использованием аппарата статистических вероятностей. А затем, по мере накопления опыта моделирования, мы будем усложнять модельные допущения и одновременно переходить от статистических вероятностей к вероятностным распределениям с нечеткими параметрами, используя при этом результаты теории нечетких множеств, по образцу того, как это делается в разделе 5 настоящей работы. Задача эта в целом выходит за рамки данной монографии, но заложить основы этой теории мы сможем уже здесь.

Переход от вероятностных описаний к нечетким будет рассмотрен в конце этой главы, а сейчас посмотрим на винеровский ценовой процесс с постоянными параметрами  $\mu$  (коэффициент сноса, по смыслу – предельная курсовая доходность) и  $\sigma$  (коэффициент диффузии, по смыслу – стандартное отклонение от среднего значения предельной доходности). Аналитическое описание винеровского процесса [7.2,7.6]:

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \mu dt + \sigma z(t), \quad (7.1)$$

где  $z(t)$  – *стандартный винеровский процесс* (броуновское движение, случайное блуждание) с коэффициентом сноса 0 и коэффициентом диффузии 1.

Если принять, что начальное состояние процесса известно и равно  $S_0$ , то мы можем, исходя из (7.1), построить вероятностное распределение цены  $S_T$  в момент  $T$ . Эта величина, согласно свойств винеровского процесса как процесса с независимыми приращениями, имеет *нормальное распределение* со следующими параметрами:

- среднее значение:

$$s_T = S_0 e^{\mu T}; \quad (7.2)$$

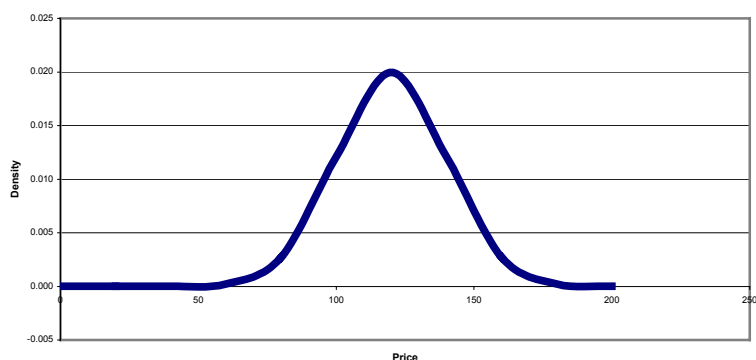
- среднеквадратичное отклонение (СКО) величины  $\ln S_T/S_0$ :

$$\sigma_S = \sigma T. \quad (7.3)$$

В принципе, для моих последующих построений вид вероятностного распределения цены подлежащего актива несущественен. Но здесь и далее, для определенности, мы остановимся на нормальном распределении. Его плотность обозначим как

$$\varphi_S(x) = \frac{d\Pr(S \leq x)}{dx}. \quad (7.4)$$

Примерный вид плотности нормального распределения вида (4) представлен на рис. 7.1.



**Рис. 7.1. Примерный вид плотности нормального распределения**

Теперь, сделав все базовые допущения к математической модели, мы можем переходить непосредственно к процессу вероятностного моделирования опционов и их комбинаций.

### ***7.1.2. Вероятностная модель опциона call***

Приобретая опцион call, инвестор рассчитывает получить премию как разницу между финальной ценой подлежащего актива  $S_T$  и ценой исполнения опциона  $x_c$ . Если эта разница перекрывает цену приобретения опциона  $z_c$ , то владелец опциона получает прибыль. В противном случае имеют место убытки.

Случайная величина дохода по опциону связана со случайной величиной финальной цены подлежащего актива соотношением [7.2]

$$I_T = \max(S_T - x_c, 0) - z_c. \quad (7.5)$$

В правой части (7.5) все параметры являются известными и постоянными величинами, за исключением  $S_T$ , которая является случайной величиной с плотностью распределения (7.4).

А текущую доходность по опциону call мы определим формулой

$$R_T = \frac{I_T}{z_c \times T}. \quad (7.6)$$

*Замечание.* Представление (7.2), когда стартовая и финальная цены актива связаны экспоненциальным множителем, является неудобным для моделирования. Аналогичные неудобства вызывает представление доходности на основе степенной зависимости. Именно поэтому мы оперируем категорией *текущей* доходности как линейной функции дохода и финальной цены. Предполагая нормальность распределения финальной цены актива (что соответствует винеровскому описанию ценового процесса), мы автоматически таким образом приходим к нормальному распределению текущей доходности. Построенная линейная связь текущей доходности и цены является полезной особенностью, которая потом может быть удачно использована в ходе вероятностного моделирования.

Определим плотность  $\varphi_I(y)$  распределения дохода  $I_T$  по опциону как функции случайной величины  $S_T$ . Воспользуемся известной формулой. Если исходная случайная величина  $X$  имеет плотность распределения  $\varphi_X(x)$ , а случайная величина  $Y$  связана с  $X$  функционально как  $Y=Y(X)$ , и при этом существует обратная функция  $X=X(Y)$ , тогда плотность распределения случайной величины  $Y$  имеет вид [7.6]

$$\varphi_Y(y) = \varphi_X(X(y)) \times \left| \frac{dX}{dY} \right|_{Y=y}. \quad (7.7)$$

В нашем случае, исходя из (7.5),

$$S_T = \begin{cases} \text{не определена, } I_T < -z_c \\ \text{многозначна, } I_T = -z_c, \\ I_T + x_c + z_c, I_T > -z_c \end{cases} \quad (7.8)$$

$$dS_T/dI_T = 1, I_T > -z_c. \quad (7.9)$$

Мы видим, что в точке  $I_T = -z_c$  плотность  $\varphi_I(y)$  приобретает вид дельта-функции. Необходимо определить множитель при дельта-функции. Это можно сделать косвенным образом. На участке, где функция  $S_T(I_T)$  дифференцируема, в силу (7.7)-(7.9) выполняется

$$\varphi_I(y) = \varphi_S(y + x_c + z_c), I_T > -z_c. \quad (7.10)$$

В силу нормирующего условия справедливо

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi_I(y) dy = \int_{-\infty}^{-z_c+0} \varphi_I(y) dy + \int_{-z_c+0}^{\infty} \varphi_I(y) dy = 1, \quad (7.11)$$

откуда, в силу (7.10), искомый множитель  $K$  есть

$$\begin{aligned} K &= \int_{-\infty}^{-z_c+0} \varphi_I(y) dy = 1 - \int_{-z_c+0}^{\infty} \varphi_S(y + x_c + z_c) dy \\ &= 1 - \int_{+0}^{\infty} \varphi_S(t + x_c) dt = 1 - \int_{x_c}^{\infty} \varphi_S(v) dv = \int_{-\infty}^{x_c} \varphi_S(v) dv \end{aligned} \quad (7.12)$$

Множитель  $K$  есть, таким образом, не что иное как вероятность события  $S_T < x_c$ . При наступлении такого события говорят, что опцион call оказался *не в деньгах*. Это событие – условие отказа от исполнения call-опциона и прямые убытки в форме затрат на приобретение опциона.

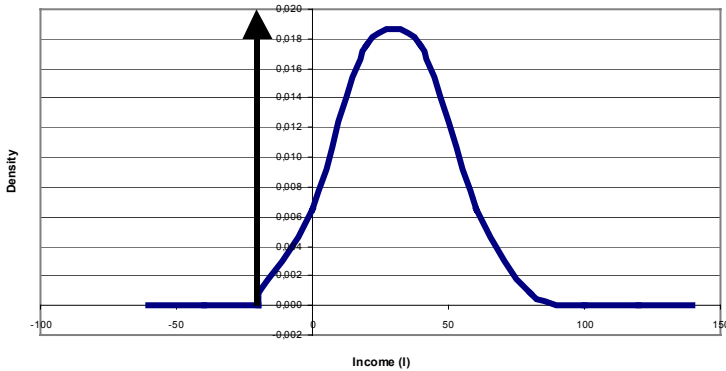
Наконец, итоговое выражение для  $\varphi_I(y)$

$$\varphi_I(y) = \begin{cases} 0, & y < -z_c \\ K \times \delta(y + z_c), & y = -z_c, \\ \varphi_S(y + x_c + z_c), & y > -z_c \end{cases} \quad (7.13)$$

где

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0 \\ 0, & t \neq 0 \end{cases} \quad \text{и} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1. \quad (7.14)$$

На рис. 7.2 представлен примерный вид плотности вида (7.13).



**Рис. 7.2. Примерный вид плотности усеченного распределения**

Видно, что мы перешли от нормального распределения цен к усеченному нормальному распределению доходов. Но это не классическое усеченное распределение, а распределение, функция которого претерпевает разрыв первого рода в точке с бесконечной плотностью.

Теперь нетрудно перейти к распределению доходности  $\varphi_R(v)$ , пользуясь (7.6), (7.7) и (7.13):

$$\varphi_R(v) = \begin{cases} 0, v < -1/T \\ K \times \delta(v + \frac{1}{T}), v = -1/T \\ z_c T \varphi_S(v \times z_c \times T + x_c + z_c), v > -1/T \end{cases} \quad (7.15)$$

Плотности вида (7.13) и (7.15) – **бимодальные** функции.

Теперь оценим риск инвестиций в call опцион. Очень подробно виды опционных рисков изложены в [7.7].

Мне думается, что правильное понимание риска инвестиций сопряжено с категорией *неприемлемой доходности*, когда она по результатам финальной оценки оказывается ниже предельного значения, например, уровня инфляции в 4% годовых для нынешних условий США. Это значение близко к текущей доходности государственных облигаций, и тогда ясно, что обладая сопоставимой с облигациями доходностью, опционный инструмент значительно опережает последние по уровню риска прямых убытков (отрицательной доходности).

Поэтому риск инвестиций в опцион call может быть определен как *вероятность неприемлемой доходности* по формуле

$$Q_T = \int_{-\infty}^{4\%=0.04} \varphi_R(v) dv, \quad (7.16)$$

где  $\varphi_R(v)$  определяется по (7.15).

Среднеожидаемая доходность вложений в опцион определяется стандартно, как первый начальный момент распределения:

$$\overline{R}_T = \int_{-\infty}^{\infty} v \varphi_R(v) dv. \quad (7.17)$$

Среднеквадратическое отклонение доходности call опциона от среднего значения также определяется стандартно, как второй центральный момент распределения

$$\sigma_T = \int_{-\infty}^{\infty} (v - \bar{R}_T)^2 \varphi_R(v) dv. \quad (7.18)$$

Рассмотрим важные асимптотические следствия полученных вероятностных форм. Для этого установим связь между доходностями call опциона и подлежащего актива, с учетом (7.5) и (7.6):

$$\begin{aligned} R_T &= \max\left(\frac{S_T - x_c}{z_c T}, 0\right) - \frac{1}{T} = \max\left(\frac{S_0(1 + r_T T) - x_c - z_c}{z_c T}, -\frac{1}{T}\right) = \\ &= \begin{cases} \alpha, S_T < x_c - \text{опцион не в деньгах,} \\ \beta + \gamma r_T, S_T \geq x_c - \text{опцион в деньгах} \end{cases}, \end{aligned} \quad (7.19)$$

где

$$\alpha = -\frac{1}{T}, \beta = \frac{S_0 - x_c - z_c}{z_c T}, \gamma = \frac{S_0}{z_c}. \quad (7.20)$$

Видим, что доходность опциона call и подлежащего актива связаны кусочно-линейным соотношением, причем на участке прямой пропорциональности это происходит с коэффициентом  $\gamma$ , который собственно, и характеризует фактор финансового рычага (*левериджа*). Участок прямой пропорциональности соответствует той ситуации, когда опцион оказывается в деньгах. Поэтому, с приближением вероятности  $K$  вида (17.2) к нулю, выполняются следующие соотношения

$$\begin{aligned} \lim_{K \rightarrow 0} \bar{R}_T &= \beta + \gamma r_T, \\ \lim_{K \rightarrow 0} \sigma_R &= \gamma \sigma_r \end{aligned} \quad (7.21)$$

То есть между соответствующими параметрами подлежащего актива на участке, когда опцион оказывается в деньгах, возникает линейная связь посредством левериджа. С ростом среднеожидаемой доходности актива растет и средняя доходность call опциона, а с ростом волатильности актива растет также и волатильность опциона.

Итак, мы получили вероятностные формы для описания доходности и риска по вложениям в опцион call. Действуя аналогичным образом, мы можем получать подобные формы для опционов другой природы, а также для их комбинаций друг с другом и с подлежащими активами.

### 7.1.3. Вероятностная модель опциона put

Приобретая опцион put, инвестор рассчитывает получить премию как разницу между ценой исполнения опциона  $x_p$  и финальной ценой подлежащего актива  $S_T$ . Если эта разница перекрывает цену приобретения опциона  $z_p$ , то владелец опциона получает прибыль. В противном случае имеют место убытки.

Надо сказать, что приобретение опциона put без покрытия подлежащим активом не является традиционной стратегией. Классический инвестор все же психологически ориентируется на курсовой рост приобретаемых активов. С этой точки зрения стратегия классического инвестора – это стратегия «быка». А покупка put опциона без покрытия – эта «медвежья» игра.

Обычная логика использования опциона put – это логика отсеечения убытков с фиксацией нижнего предела доходности, который не зависит от того, насколько глубоко провалился по цене подлежащий актив. Но для нас не имеет значения, какой стратегии придерживается инвестор. Мы понимаем, что опцион put является потенциальным средством извлечения доходов, и нам эту доходность хотелось бы вероятностно описать.

Проведем рассуждения по аналогии с предыдущим разделом работы. Случайная величина дохода по опциону связана со случайной величиной финальной цены подлежащего актива соотношением [7.2]

$$I_T = \max(x_p - S_T, 0) - z_p. \quad (7.22)$$

А текущая доходность по опциону put определяется формулой

$$R_T = \frac{I_T}{z_p \times T}. \quad (7.23)$$

Используем все соображения о получении плотностей распределения, выработанные в предыдущем разделе работы. В нашем случае, исходя из (22)

$$S_T = \begin{cases} \text{не определена, } I_T < -z_p \\ \text{многозначна, } I_T = -z_p \\ x_p - I_T - z_p, -z_p < I_T < x_p - z_p \\ \text{не определена, } I_T > x_p - z_p \end{cases}, \quad (7.24)$$

$$|dS_T/dI_T| = 1, I_T > -z_p. \quad (7.25)$$

Интересно отметить, что в случае опциона call цена подлежащего актива и доход по опциону связаны возрастающей зависимостью, а в нашем случае - **убывающей**. То есть чем хуже чувствует себя актив, тем лучше держателю непокрытого опциона (если, конечно, инвестор заодно не владеет и самим подлежащим активом).

Множитель  $K$  при дельта-функции в точке  $I_T = -z_p$  есть

$$K = \int_{x_p}^{\infty} \varphi_S(v) dv - \quad (7.26)$$

вероятность события  $S_T > x_p$ . Опцион оказывается не в деньгах, что есть условие отказа от исполнения put опциона и прямые убытки в форме затрат на приобретение этого опциона.

Итоговое выражение для плотности распределения  $\varphi_I(y)$  случайной величины дохода по опциону put имеет вид

$$\varphi_I(y) = \begin{cases} 0, y < -z_p \\ K \times \delta(-y - z_p), y = -z_p \\ \varphi_S(x_p - y - z_p), -z_p < y < x_p - z_p \\ 0, y \geq x_p - z_p \end{cases} \quad (7.27)$$

Плотность вида (7.27) – это усеченный с двух сторон нормальный закон плюс дельта-функция на границе усечения. С этой точки зрения качественный вид зависимости (7.27) повторяет вид того же для опциона call в силу симметрии нормального распределения. При произвольном распределении финальной цены результаты были бы другими.

Теперь нетрудно перейти к распределению доходности  $\varphi_R(v)$ , пользуясь (7.22), (7.23) и (7.27):

$$\varphi_R(v) = \begin{cases} 0, v < -1/T \\ K \times \delta(-v - \frac{1}{T}), v = -1/T \\ z_p T \varphi_S(-v \times z_p \times T + x_p - z_p), -1/T < v < \frac{x_p - z_p}{z_p T} \\ 0, v \geq \frac{x_p - z_p}{z_p T} \end{cases} \quad (7.28)$$

Разумеется, отмечаем бимодальность (7.27) и (7.28).

Поэтому риск инвестиций в опцион put может быть определен по формуле



$$Q_T = \int_{-\infty}^{4\%=0.04} \varphi_R(v) dv = K + F_R(0.04) - F_R(-\frac{1}{T}), \quad (7.29)$$

где

$$F_R(x) = \int_{-\infty}^x \varphi_R(v) dv, \quad (7.30)$$

а  $\varphi_R(v)$  определяется по (7.28).

Среднеожидаемая доходность вложений в опцион и СКО определяются по (7.17) и (7.18) соответственно.

Рассмотрим асимптотические следствия по аналогии с call опционом. Для этого установим связь между доходностями put опциона и подлежащего актива, с учетом (7.22) и (7.23):

$$\begin{aligned} R_T &= \max\left(\frac{x_p - S_T}{z_p T}, 0\right) - \frac{1}{T} = \max\left(\frac{x_p - S_0(1 + r_T T) - z_p}{z_p T}, -\frac{1}{T}\right) = \\ &= \begin{cases} \alpha, S_T > x_p - \text{опцион не в деньгах,} \\ \beta + \gamma r_T, S_T \leq x_p - \text{опцион в деньгах} \end{cases}, \end{aligned} \quad (7.31)$$

где

$$\alpha = -\frac{1}{T}, \beta = \frac{x_p - S_0 - z_p}{z_p T}, \gamma = -\frac{S_0}{z_p}. \quad (7.32)$$

Видим, что доходность опциона put и подлежащего актива связаны кусочно-линейным соотношением, причем на участке прямой пропорциональности это происходит с коэффициентом  $\gamma$ , который собственно, и характеризует фактор финансового рычага (*левериджа*). Участок прямой пропорциональности соответствует той ситуации, когда опцион оказывается в деньгах. Поэтому, с приближением вероятности  $K$  вида (7.26) к нулю, выполняются следующие соотношения

$$\begin{aligned} \lim_{K \rightarrow 0} \overline{R_T} &= \beta + \gamma \overline{r_T}, \\ \lim_{K \rightarrow 0} \sigma_R &= \gamma \sigma_R \end{aligned} \quad (7.33)$$

То есть между соответствующими параметрами подлежащего актива на участке, когда опцион оказывается в деньгах, возникает линейная связь посредством левериджа. С ростом средней доходности актива средняя доходность put опциона *падает*, а с ростом волатильности актива волатильность опциона также растет.

#### 7.1.4. Расчетные примеры оценки доходности и риска опционов

##### Пример 7.1 (call)

В начале года инвестор приобретает за  $z_c = 10$  ед. цены опцион call на подлежащий актив со стартовой ценой  $S_0 = 100$  ед. Цена исполнения опциона  $x_c = 100$  ед., опцион американский, срочностью 1 год. Поскольку цена исполнения совпадает со стартовой ценой, то покупаемый опцион является опционом в деньгах. Инвестор ориентируется на следующие параметры доходности и риска подлежащего актива: текущая доходность  $r = 30\%$  годовых, СКО случайной величины текущей доходности  $\sigma_r = 20\%$  годовых. В пересчете на финальную цену  $S_T$  это означает, что через время  $T = 0.5$  лет подлежащий актив будет иметь нормальное распределение  $S_T$  с параметрами  $s_T = 115$  ед. и  $\sigma_S = 10$  ед. Требуется определить доходность и риск опциона в момент времени  $T = 0.5$  года.

##### Решение

Все полученные соотношения реализованы в компьютерной программе. Расчет по формулам (7.16) - (7.18) дает  $Q_T = 0.335$ ,  $\bar{R}_T = 105.8\%$  годовых и  $\sigma_S = 188.5\%$  годовых. Одновременно отметим: поскольку вероятность того, что опцион не в деньгах, мала (0.066), то полученные значения моментов близки к своим асимптотическим приближениям (7.21)  $\bar{R}_T = 100\%$  и  $\sigma_S = 200\%$  годовых соответственно.

Результаты наглядно показывают то, что опцион – это одновременно высокорисковый и высокодоходный инструмент. Высокая доходность достигается за счет левериджа: не вкладывая деньги в подлежащий актив, инвестор тем не менее получит по нему возможный доход и не будет участвовать в убытках. Другое дело, что обычно инвестор балансирует на грани прибылей и убытков, ибо все ищут выигрыша, и никто не станет работать себе в убыток. Поэтому для call-опционов *в деньгах* **разница между среднеожидаемой ценой подлежащего актива и ценой приобретения опциона обычно колеблется вокруг цены исполнения**. Это означает, что вложения в непокрытые опционы с точки зрения риска сопоставимы с игрой в орлянку. Для put опциона в деньгах сопоставимыми являются цена исполнения, с одной стороны, и сумма цены опциона и ожидаемой цены подлежащего актива – с другой стороны.

##### Пример 7.2 (call)

Исследуем рынок полугодичных call-опционов компании IBM. Это можно сделать, воспользовавшись материалами по текущим котировкам опционов на сервере MSN [7.8]. Дата исполнения опционов – 20 апреля 2001 года. Исследуем вопрос, какие из обращающихся на рынке call-опционы нам предпочтительнее покупать. Для этого нам нужно задаться прогнозными параметрами распределения доходности подлежащего актива, близкими к реальным. Это будет как бы тот ранжир, которым будут вымеряться опционы выделенной группы.

Взглянем на вектор исторических данных IBM за прошедший квартал (рис.7.3). Процесс существенно нестационарен, поэтому стандартной линейной регрессией пользоваться

нельзя. Глядя на график, зададимся умеренной оценкой доходности порядка 30% годовых и СКО доходности в 30% годовых. Эти параметры и примем за базовые.

Стартовая цена подлежащего актива на дату покупки опциона – 114.25\$ (по состоянию на 10 октября 2000 года) . Соответственно, через полгода мы должны иметь финальное распределение цены подлежащего актива с параметрами: среднее – 131\$, СКО – 17\$.



**Рис. 7.3** Ссылка: [7.8]

В таблицу 7.1 сведены значения доходностей и рисков по каждой группе опционов.

Таблица 7.1

#	Symbol	Strike price,\$	Option Price,\$	Risk	Return , sh/ y	Ret/Risk	Rank
1	IBMDP	80	35.0	0.215	0.933	4.3	2
2	IBMDQ	85	37.6	0.363	0.468	1.3	
3	IBMDR	90	29.2	0.279	0.822	3.0	3
4	IBMDS	95	22.8	0.244	1.059	4.5	1
5	IBMDT	100	21.5	0.314	0.817	2.6	4
6	IBMDA	105	18.9	0.361	0.658	1.8	
7	IBMDB	110	17.3	0.435	0.393	0.9	
8	IBMDC	115	13.5	0.456	0.246	0.5	

Из таблицы 7.1 видно, что безусловными фаворитами являются опционы №№ 1 и 4. Все прочие опционы обладают несопоставимыми характеристиками, они явно переоценены.

### Пример 7.3 (put)

Проведем аналогичное исследование put опционов в соответствии с данными примера 2. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

Таблица 7.2

#	Symbol	Strike price,\$	Option Price,\$	Risk	Return , sh/ y
1	IBMPF	130	22.3	0.93	-0.381
2	IBMPG	135	26.9	0.929	-0.512
3	IBMPH	140	32.2	0.934	-0.638
4	IBMPI	145	24.1	0.763	-0.273
5	IBMPJ	150	27.5	0.738	-0.281
6	IBMPK	155	34.6	0.785	-0.428
7	IBMPL	160	48.1	0.91	-0.701

Видно, что при наших инвестиционных ожиданиях put опционы являются совершенно непригодными для инвестирования инструментами. Видимо, рынок ждет глубокого падения акций IBM и, соответственно, запрашивает высокие опционные премии за риск.

*Замечание.* Во время подготовки этой работы произошел очередной ближневосточный кризис, и большинство акций упало в цене. Так что оценка рынка трейдерами была обоснованной.

### Пример 7.4 (put)

Решим обратную задачу: каких параметров акций IBM через полгода ждет рынок, чтобы инвестирование в put опционы представлялось этому рынку справедливым делом с точки зрения критериев доходности и риска. Возьмем для рассмотрения опцион IBMPC ценой 13.1\$ и ценой исполнения 115\$ и будем варьировать величинами ожидаемой доходности и риска подлежащего актива. Результаты расчетов сведены в таблицу 3.

Таблица 7.3

#	IBM STD, sh/y	IBM return, sh/y	Option risk	Option return, sh/ y
1	0.1	-0.1	0.908	-0.957
2		-0.2	0.630	-0.136
3		<b>-0.3</b>	<b>0.252</b>	<b>0.730</b>
4	0.2	-0.1	0.747	-0.711
5		-0.2	0.566	-0.053
6		<b>-0.3</b>	<b>0.369</b>	<b>0.632</b>
7	0.3	-0.1	0.671	-0.528
8		-0.2	0.544	-0.064
9		<b>-0.3</b>	<b>0.412</b>	<b>0.375</b>

Видно, что рынок настроен на тактическое снижение цены подлежащего актива в темпе порядка (-30%) годовых. Только в этом диапазоне мы имеем приемлемые риски и высокие степени доходности инвестиций в опционы – такие, чтобы упомянутый риск оправдать.

*Замечание.* Так и вышло – пока писалась книга, рынок IBM «прогнулся» на 25% за октябрь 2000 года [7.8].

### 7.1.5. Переход к нечеткой модели

Как подробно рассмотрено в главе 5 работы, цена подлежащего актива может моделироваться винеровским случайным процессом лишь при определенных оговорках. Реальная статистика бумаг по существу является квазистатистикой, поскольку бумага торгуется на рынках с изменяющимися условиями, и, следовательно, статистической однородности нет. Однако можно сохранить допущение о нормальном распределении цены актива, оговорившись, что в этом распределении параметры являются треугольными нечеткими числами.

Здесь и далее тогда мы будем понимать, что исходное вероятностное распределение цены актива имеет нечеткие параметры, а само распределение является нечеткой функцией. Все операции над нечеткими функциями, включая интегрирование, имеют тот смысл, как это определено в главе 2 настоящей монографии.

## 7.2. Эффективность покрытия подлежащего актива опционом

### 7.2.1. Вероятностная модель сборки «опцион put + подлежащий актив»

Мы подошли к тому пункту, когда в рассмотрение берутся уже не отдельные опционы, а **портфели**, содержащие как ряд опционов (*опционные комбинации*), так и подлежащие активы наряду с опционами (*сборки*).

Назовем *сборкой* портфельную комбинацию из подлежащего актива и put опциона на этот актив. Как мы уже указывали, докупка put опциона по справедливой цене деформирует исходное ценовое распределение подлежащего актива, устанавливая нижнюю границу доходности сборки, по обыкновению, в области отрицательных значений.

Специфика момента состоит в том, что инвестор, докупая put опцион к подлежащему активу, тем самым снижает доходность своих вложений в случае достижения положительных значений доходности подлежащего актива, но при этом отсекает убытки. В результате использование put опционов позволяет снизить волатильность вложений. А снижение волатильности дает сборке возможность поучаствовать в формировании эффективной границы портфельного облака.

Однако эффект от внедрения опционов может быть самым различным, в том числе и противоположным ожидаемому. Поэтому надо исследовать вероятностную природу сборки и строить соответствующие аналитические формы.

Нетрудно заметить, что случайная величина дохода по сборке связана со случайной величиной финальной цены подлежащего актива соотношением

$$I_T = \max(x_p, S_T) - z_p - S_0. \quad (7.34)$$

В соотношении (7.34) вычитаемые – это прямые затраты на приобретение сборки, а то, откуда идет вычитание, – это предельная финальная цена сборки, которая в случае попадания опциона «в деньги» равна цене его исполнения.

Текущая доходность по сборке определяется обычным образом

$$R_T = \frac{I_T}{(S_0 + z_p) \times T}. \quad (7.35)$$

Найдем функцию, обратную к (34). Это

$$S_T = \begin{cases} \text{не определена, } I_T < x_p - S_0 - z_p \\ \text{многозначна, } I_T = x_p - S_0 - z_p, \\ S_0 + I_T + z_p, I_T > x_p - S_0 - z_p \end{cases} \quad (7.36)$$

$$|dS_T/dI_T| = 1, I_T > x_p - S_0 - z_p. \quad (7.37)$$

Множитель  $K$  при дельта-функции в точке  $I_T = x_p - S_0 - z_p$  есть

$$K = \int_{-\infty}^{x_p} \varphi_S(v) dv - \quad (7.38)$$

вероятность события  $S_T < x_p$ , когда опцион оказывается в деньгах, и его применяют, чтобы отсеять убытки.

Итоговое выражение для плотности распределения  $\varphi_I(y)$  случайной величины дохода по сборке имеет вид

$$\varphi_I(y) = \begin{cases} 0, y < x_p - S_0 - z_p \\ K \times \delta(0), y = x_p - S_0 - z_p \\ \varphi_S(S_0 + y + z_p), y > x_p - S_0 - z_p \end{cases} \quad (7.39)$$

Распределение доходности  $\varphi_R(v)$

$$\varphi_R(v) = \begin{cases} 0, v < v_0 \\ K \times \delta(0), v = v_0 \\ (S_0 + z_p)T \varphi_S(v(S_0 + z_p)T + S_0 + z_p), v > v_0 \end{cases} \quad (7.40)$$

где

$$v_0 = \frac{x_p - S_0 - z_p}{(S_0 + z_p) \times T} - \quad (7.41)$$

границный нижний уровень доходности сборки «put + актив», который известен заранее при ее покупке.

Риск инвестиций в сборку может быть определен по формуле

$$Q_T = \int_{-\infty}^{4\%=0.04} \varphi_R(v) dv = F_R(0.04) - F_R(v_0), \quad (7.42)$$

где

$$F_R(x) = \int_{-\infty}^x \varphi_R(v) dv, \quad (7.43)$$

а  $\varphi_R(v)$  определяется по (7.34) - (7.35).

Среднеожидаемая доходность вложений в опцион и СКО определяются по (7.17) и (7.18) соответственно.

### 7.2.2. Примеры оценки доходности и риска сборки «put+актив»

#### Пример 7.5 (сборка)

Вернемся к данным примеров 7.3-7.4 и исследуем предельный нижний уровень доходности сборки с put опционами. Результаты расчетов сведены в таблицу 7.4.

Таблица 7.4

#	Symbol	Strike price,\$	Option Price,\$	Lowest return rate, sh/y
1	IBMPC	115	13.1	-0.195
2	IBMPD	120	16.2	-0.160
3	IBMPE	125	18.2	-0.113
4	IBMPF	130	22.3	-0.095
5	IBMPG	135	26.9	-0.086
6	IBMPH	140	32.2	-0.087

Видно, что с ростом цены исполнения, вообще говоря, растет и нижний предел доходности, если цены опционов близки к справедливым. Правда, по показателю предела доходности нельзя ничего сказать о том, как поведет себя среднеожидаемая доходность сборки, и что происходит с дисперсией.

#### Пример 7.6 (сборка)

Исследуем вероятностное поведение сборки с опционом IBMPC с ценой исполнения 115\$ и ценой опциона 13.125\$. На графике рис. 7.4 показано соотношение доходности подлежащего актива и сборки на его основе при различных значениях средней доходности и СКО исходного распределения. Видно, что эффект от приобретения опциона возникает лишь при отрицательных значениях ожидаемой доходности, и чем выше волатильность подлежащего актива, тем быстрее по мере снижения доходности наступает выигрыш.





**Рис. 7.4. Соотношение доходности подлежащего актива и сборки на его основе**

Таким образом, put опционы никак нельзя отнести к средствам стратегического инвестирования. Скорее, это временная мера для страхования от убытков по подлежащему активу, которые инвестор не хочет нести в случае непредвиденной необходимости ликвидировать портфель. Инвестор рассчитывает поддержать актив в портфеле, переживая трудные времена – и при этом не допускать непредвиденных потерь. Таким образом, put опцион является еще и средством повышения *ликвидности* фондового портфеля.

Эффект хеджирования рисков с помощью опциона put имеет свое строгое теоретическое обоснование, основанное на анализе корреляции этого опциона и подлежащего актива. Мы подробно осветим эту тему в параграфе 7.4 монографии.

### **7.3. Оценка доходности и риска стандартных опционных комбинаций**

Набив руку на моделировании отдельных опционов, переходим к моделированию опционных комбинаций. Выбор той или иной комбинации зависит, в первую очередь, от ожиданий инвестора относительно подлежащего актива, а, во вторых, от инвестиционных предпочтений означенного инвестора. Посмотрим, как осуществляется выбор опционной стратегии на сайте [7.9].

Опционный гид [7.9] представляет собой опросник вида таблицы 7.5. Как видно, от инвестора требуется оценка рынка, выраженная на естественном языке. Что такая оценка дает с точки зрения нечетких множеств, мы подробно рассмотрим в разделе 7.8 монографии.

### 7.3.1. *Tun Buy straddle («стеллаж»)*

«Стеллаж» - это комбинация из двух опционов (put и call), выписанных на один и тот же подлежащий актив и на одну и ту же дату исполнения.

Специфика «стеллажа» в том, что за период действия опционных контрактов один из двух опционов обязательно оказывается в деньгах, а другой - обязательно нет. Возникает возможность маневра: при хорошей разнице между курсом бумаги и ценой исполнения сначала исполнить один опцион, а затем, при изменении курсовой тенденции - по возможности, и второй. Но мы не рассматриваем эту возможность, а принимаем решение об исполнении **одного из** опционов в заведомо известный момент времени. Тем самым мы определяем нижнюю границу доходности комбинации - и верхнюю - риска.

Определим вероятностные характеристики этой комбинации. Согласно (7.5) и (7.22), соотношение для дохода по комбинации имеет вид [7.2]

$$I_T = \begin{cases} x_{cp} - S_T - z_p - z_c, & S_T \leq x_{cp} \\ S_T - x_{cp} - z_p - z_c, & S_T \geq x_{cp} \end{cases}, \quad (7.44)$$

где  $x_{cp} = x_c = x_p$  - цена исполнения обоих опционов.

Функция  $S_T(I_T)$ , как легко видеть, на интервале  $[-z_c - z_p, x_{cp} - z_c - z_p]$  является *двузначной*. Это означает, что ожидаемый курс  $S_T$  распределяется по двум ветвям обратной функции с той вероятностью, с которой соответствующий данной ветви опцион оказывается в деньгах.

Указанные рассуждения приводят нас к следующему соотношению для плотности распределения доходности комбинации типа “straddle”:

$$\varphi_I(y) = \begin{cases} 0, & y < -z_c - z_p \\ \varphi_S(y + z_c + z_p + x_{cp}) + \varphi_S(-y - z_c - z_p + x_{cp}), & -z_c - z_p \leq y \leq x_{cp} - z_c - z_p \\ \varphi_S(y + z_c + z_p + x_{cp}), & y > x_{cp} - z_c - z_p \end{cases} \quad (7.45)$$

Отсюда легко перейти к соотношению для доходности и получить выражения для интересующих нас моментов. Мы этого делать не будем. Для нас плотность величины дохода есть тот исходный показатель, на основании которого мы можем получить все остальные, он стопроцентно репрезентативен.

Таблица 7.5

Первый вопрос	Варианты ответа на вопрос 1	Второй вопрос	Рекомендуемая комбинация в зависимости от ответа на вопрос 2
Каков Ваш взгляд на интересующий актив или индекс?	1. «Бычий»: ожидаемый рост цены	Весьма «бычий»	Buy call
		Умеренно «бычий» + <b>строгая</b> уверенность в том, что падения не будет	Sell put
		Умеренно «бычий» + <b>некоторая</b> уверенность в том, что падения не будет	Bull spread
		«Медвежий» на несколько недель и «бычий» на следующие несколько месяцев	Diagonal spread
	2. «Медвежий»: ожидаемое падение цены	Весьма «медвежий»	Buy put
		<b>Строгая</b> уверенность в том, что роста не будет	Sell call
		Умеренно «медвежий»+ <b>некоторая</b> уверенность в том, что роста не будет	Bear spread
		«Бычий»на несколько недель и «медвежий» на следующие несколько месяцев	Diagonal spread
		«Медвежий» при наличии подлежащего актива в портфеле	Put hedge
	3. «Нейтральный»: ожидаемое отсутствие сильных изменений	Ожидание, что цены будут колебаться в очень узком диапазоне	Sell straddle
		Ожидание, что цены будут колебаться в умеренном диапазоне	Sell strangle
		<b>Некоторая</b> уверенность в том, что цены не будут сильно колебаться	Long butterfly
		Краткосрочная «слабость» + долгосрочное «фалли»	Calendar spread
		Ожидание нейтральности + актив в портфеле	Covered call
	4. «Волатильный»: ожидаемые сильные изменения цены	Цены будут весьма колеблемы	Buy straddle
		<b>Уверенность</b> , что цены будут колебаться	Buy strangle
		<b>Некоторая</b> уверенность в том, что цены будут колебаться	Short butterfly

### Пример 7.7 (straddle).

Пусть цена подлежащего актива 100\$, а ожидаемые параметры: доходность – 10% годовых, СКО – 25% годовых. Приобретем комбинацию straddle на полгода со страйком 105\$, т.е. совместим страйк с ожидаемой ценой актива на дату исполнения опционов. Цена put – 3\$, цена call – 5\$. Оценить эффективность комбинации.

### Решение

Ожидаемая доходность комбинации – 49.3% годовых при риске 0.49. Одновременно отметим, что риски каждого из опционов по отдельности выше по значению, однако за счет отрицательной корреляции доходностей опционов риск комбинации в целом ниже.

### 7.3.2. *Tun Buy strangle* (“удавка”)

Это – комбинация двух опционов put и call на один подлежащий актив и одну дату исполнения, но с разными страйками. Между страйками образуется зона, когда оба опциона оказываются не в деньгах. Инвестор предполагает, что на дату исполнения цены убегут влево или вправо от межстрайковой зоны, но в ней заведомо не останутся. В частном случае, когда оба страйка совпадают по цене, мы имеем предыдущую комбинацию – стеллаж.

Соотношение для дохода по такой комбинации имеет вид [7.2]

$$I_T = \begin{cases} x_p - S_T - z_p - z_c, & 0 < S_T \leq x_p \\ -z_p - z_c, & x_p \leq S_T \leq x_c \\ S_T - x_c - z_p - z_c, & S_T \geq x_c \end{cases}, \quad (7.46)$$

где  $x_c > x_p$  - цены исполнения обоих опционов.

Обозначим вероятность  $K_{12}$  – того, что не в деньгах ни один из опционов. Тогда, по аналогии с уже записанным, соотношение для плотности распределения доходности комбинации

$$\varphi_1(y) = \begin{cases} 0, & y < -z_c - z_p \\ K_{12}\delta(0), & y = -z_c - z_p \\ \varphi_s(y + z_c + z_p + x_c) + \varphi_s(-y - z_c - z_p + x_p), & -z_c - z_p < y \leq x_p - z_c - z_p \\ \varphi_s(y + z_c + z_p + x_c), & y > x_p - z_c - z_p \end{cases}, \quad (7.47)$$

### Пример 7.8 (strangle).

Для подлежащего актива на условиях примера 7 выстроим комбинацию опционов во страйками 105 и 110 долл для put и call опционов соответственно. Цены опционов – те же. Определить эффективность комбинации.

### Решение

Ожидаемая доходность комбинации (-3)% годовых при риске 0.6. Видим, что при смещении страйка одного из опционов даже на 5 пунктов эффективность комбинации резко падает.

### 7.3.3. *Tun Buy Bull Spread («спрэд быка»)*

Любопытная комбинация, связанная с активным поведением инвестора (обычно корпоративного). Рассчитывая на курсовой рост акций, инвестор одновременно приобретает call опцион с меньшим страйком и выписывает (уступает) опцион с большим страйком. Первоначальные затраты такого инвестора есть разница между ценами двух опционов. В случае, если хотя бы один из опционов попадает в деньги, инвестор получает курсовой доход в виде спреда (разницы) между внутренними ценами двух опционных контрактов – своего и уступленного.

Рассматриваемая комбинация – типичная для т.н. *арбитражеров*, т.е. для лиц, пытающихся сорвать мимолетный куш на пусть даже сравнительно небольшой разнице цен, но за быстрое время. Активно применяется на контрактах с близкой датой исполнения.

Соотношение для дохода по такой комбинации имеет вид [7.2]

$$I_T = \begin{cases} -(z_{c1} - z_{c2}), & 0 < S_T \leq x_{c1} \\ -(z_{c1} - z_{c2}) + S_T - x_{c1}, & x_{c1} \leq S_T \leq x_{c2}, \\ (x_{c2} - x_{c1}) - (z_{c1} - z_{c2}), & S_T \geq x_{c2} \end{cases} \quad (7.48)$$

где  $x_{c2} > x_{c1}$  – страйки обоих опционов,  $z_{c1} > z_{c2}$  – их покупные цены.

Выделим три вероятности несовместных событий:  $K_1$ - того, что оба опциона не в деньгах,  $K_2$ - того, что оба опциона в деньгах,  $K_{12}$  – того, что наш опцион (первый) в деньгах, а чужой (второй) – нет. Разумеется, сумма этих вероятностей равна единице. Тогда, по аналогии с уже записанным, соотношение для плотности распределения доходности комбинации

$$\varphi_1(y) = \begin{cases} 0, & y < -(z_{c1} - z_{c2}) \\ K_1 \delta(0), & y = -(z_{c1} - z_{c2}) \\ \varphi_s(y + (z_{c1} - z_{c2}) + x_{c1}), & -(z_{c1} - z_{c2}) < y < (x_{c2} - x_{c1}) - (z_{c1} - z_{c2}), \\ K_2 \delta(0), & y = (x_{c2} - x_{c1}) - (z_{c1} - z_{c2}) \\ 0, & y > (x_{c2} - x_{c1}) - (z_{c1} - z_{c2}) \end{cases} \quad (7.49)$$

Здесь видим двустороннее усечение исходного закона распределения цены подлежащего актива и две дельта-функции на обеих границах усечения.

### 7.3.4. *Tun Buy Bear Spread («спрэд медведя»)*

Комбинация, по смыслу схожая со спрэдом быка, но ориентированная на падение курсовой цены акций. Рассчитывая на спад, инвестор одновременно приобретает put опцион с *большим* страйком и выписывает (уступает) put опцион с *меньшим* страйком. Первоначальные затраты такого инвестора есть разница между ценами двух опционов. В случае, если хотя бы один из опционов попадает в деньги, инвестор получает курсовой доход в виде спрэда (разницы) между внутренними ценами двух опционных контрактов – своего и уступленного.

Соотношение для дохода по такой комбинации имеет вид [7.2]

$$I_T = \begin{cases} (x_{p2} - x_{p1}) - (z_{p1} - z_{p2}), & 0 < S_T \leq x_{p1} \\ -(z_{p1} - z_{p2}) - S_T + x_{p2}, & x_{p1} \leq S_T \leq x_{p2}, \\ -(z_{p1} - z_{p2}), & S_T \geq x_{p2} \end{cases} \quad (7.50)$$

где  $x_{p2} > x_{p1}$  - цены исполнения обоих опционов,  $z_{p1} > z_{p2}$  – их покупные цены.

Выделим три вероятности несовместных событий:  $K_1$ - того, что оба опциона не в деньгах,  $K_2$ - того, что оба опциона в деньгах,  $K_{12}$  – того, что наш опцион (*второй*) в деньгах, а чужой (*первый*) - нет. Разумеется, сумма этих вероятностей равна единице. Тогда, по аналогии с уже записанным, соотношение для плотности распределения доходности комбинации

$$\varphi_1(y) = \begin{cases} 0, & y < -(z_{p1} - z_{p2}) \\ K_1 \delta(0), & y = -(z_{p1} - z_{p2}) \\ \varphi_s(-y - (z_{p1} - z_{p2}) + x_{p2}), & -(z_{p1} - z_{p2}) < y < (x_{p2} - x_{p1}) - (z_{p1} - z_{p2}), \\ K_2 \delta(0), & y = (x_{p2} - x_{p1}) - (z_{p1} - z_{p2}) \\ 0, & y > (x_{p2} - x_{p1}) - (z_{p1} - z_{p2}) \end{cases} \quad (7.51)$$

Здесь видим двустороннее усечение исходного закона распределения цены подлежащего актива и две дельта-функции на обеих границах усечения.

### 7.3.5. *Tun Buy Butterfly («бабочка»)*

Экзотическая комбинация, выражающая уверенность инвестора в том, что в определенный период времени цена на подлежащий актив начнет группироваться вокруг некоторого среднего значения. Эта комбинация проявляет свою эффективность в спокойные времена, когда волатильность подлежащего актива низка.

Чтобы построить комбинацию «бабочка», инвестор одновременно делает следующее:

- приобретает опцион call со страйком  $x_{c1}$  («левое крыло»);
- выписывает (уступает) два call опциона со страйком  $x_{c2} > x_{c1}$  («тело»);
- приобретает опцион call со страйком  $x_{c3} > x_{c2} > x_{c1}$  («правое крыло»).

При этом выполняется  $x_{c2} = (x_{c1} + x_{c3})/2$ , т.е. «тело» находится строго посередине между двумя «крыльями».

Если инвестор угадал, и финальная цена подлежащего актива оказалась в районе второго страйка, то доход от инвестирования в «бабочку» будет максимальным и равным межстрайковой разнице за вычетом затрат на построение комбинации. Это подтверждается соотношением для дохода [7.2]

$$I_T = \begin{cases} -z_\Sigma, 0 < S_T < x_{c1} \\ -z_\Sigma + S_T - x_{c1}, x_{c1} < S_T < x_{c2} \\ -z_\Sigma + x_{c3} - S_T, x_{c2} < S_T < x_{c3} \\ -z_\Sigma, S_T > x_{c3} \end{cases}, \quad (7.52)$$

где  $z_\Sigma = z_{c1} + z_{c3} - 2z_{c2}$ , а  $z_{c1} > z_{c2} > z_{c3}$  – покупные цены опционов.

Обозначим две вероятности:  $K_1$ - того, что все три опциона не в деньгах,  $K_2$ - того, что они в деньгах. Профиль функции, обратной к (52), подсказывает нам, по аналогии со всем предыдущим изложением, следующий вид плотности распределения дохода по комбинации:

$$\varphi_1(y) = \begin{cases} 0, y < -z_\Sigma \\ (K_1 + K_2)\delta(0), y = -z_\Sigma \\ \varphi_S(y + z_\Sigma + x_{c1}) + \varphi_S(-y - z_\Sigma + x_{c3}), \\ \quad -z_\Sigma < y \leq x_{c2} - x_{c1} - z_\Sigma \\ 0, y > x_{c2} - x_{c1} - z_\Sigma \end{cases}. \quad (7.53)$$

Заметим, что все приведенные в данном разделе опционные комбинации имеют ключевое слово “buy”. Это означает, что приобретая эти комбинации, инвестор занимает длинную позицию, а их продавец является райтером, и для него эти комбинации описываются ключевым словом “sell”. Мы намеренно избегаем анализа этих «коротких» комбинаций, чтобы сохранить пропорции, намеченные данной монографией, и говорить исключительно об инвестиционных рисках. Вообще говоря, раскрытие темы эффективности и риска опционных комбинаций с точки зрения их райтера требует написания отдельной книги.

#### 7.4. Корреляция подлежащего актива и опциона put

Мы подошли к оценке корреляции опциона put и подлежащего актива. По общему правилу [7.], она определяется так:

$$\rho = M \left\{ \frac{r_T - \bar{r}_T}{\sigma_r} \times \frac{R_T - \bar{R}_T}{\sigma_R} \right\} \quad (7.54)$$

Запишем (7.54) в развернутом виде, имея ввиду (7.31) и (7.32):

$$\rho = M \left\{ \begin{array}{l} \frac{r_T - \bar{r}_T}{\sigma_r} \times \frac{\alpha - \bar{R}_T}{\sigma_R}, S_T > x_p \\ \frac{r_T - \bar{r}_T}{\sigma_r} \times \frac{\beta + \bar{r}_T - \bar{R}_T}{\sigma_R}, S_T \leq x_p \end{array} \right\}. \quad (7.55)$$

Чтобы раскрыть (7.55), построим гипотетическую биномиальную схему испытаний, двумя возможными исходами которой будут:

- попадание опциона мимо денег с вероятностью  $K = \Pr\{S_T > x_p\}$ ;
- попадание опциона в деньги с вероятностью  $(1-K)$ .

Пусть  $p_i$  – значение доходности подлежащего актива, полученное в ходе  $i$ -го испытания в серии из  $N$  испытаний. При большом числе  $N$  число испытаний с первым исходом составляет  $M \approx KN$ , а со вторым –  $N-M \approx (1-K)N$ .



Тогда оценка (7.55) по биномиальной схеме с N испытаниями составляет:

$$\rho \approx \frac{\alpha - \overline{R}_T}{\sigma_R N} \sum_{i=1}^M \frac{p_i - \overline{r}_T}{\sigma_r} + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-M} \frac{p_i - \overline{r}_T}{\sigma_r} \times \frac{\beta + \gamma p_i - \overline{R}_T}{\sigma_R}. \quad (7.56)$$

Заметим, что  $M\{(r_T - \overline{r}_T)/\sigma_r\} = 0$  как матожидание нормированной случайной величины. Также  $M\{(r_T - \overline{r}_T)^2\} = \sigma_r^2$  – по определению, дисперсия случайной величины  $r_T$ . С переводе на язык оценок из (7.55) это означает

$$\begin{aligned} \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^M \frac{p_i - \overline{r}_T}{\sigma_r} &= 0, \\ \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-M} \left( \frac{p_i - \overline{r}_T}{\sigma_r} \times \frac{p_i - \overline{r}_T}{\sigma_r} \right) &= 1 - K \end{aligned} \quad (7.57)$$

Производя предельный переход при  $N \rightarrow \infty$  в (7.56) с учетом (7.57), имеем

$$\begin{aligned} \rho &= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N \sigma_R \sigma_r} \sum_{i=1}^{N-M} (p_i - \overline{r}_T) (\gamma \overline{r}_T + \beta - \overline{R}_T + \gamma (p_i - \overline{r}_T)) = \\ &= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\gamma}{N \sigma_R \sigma_r} \sum_{i=1}^{N-M} (p_i - \overline{r}_T)^2 = (1 - K) \gamma \frac{\sigma_r}{\sigma_R} \end{aligned} \quad (7.58)$$

Видим, что, поскольку  $\gamma < 0$ , то корреляция опциона put и подлежащего актива является *отрицательной*. Это означает, что с введением опциона put в дополнение к подлежащему активу снижается доходность этой сборки *одновременно со снижением ее риска*.

*Замечание.* Идея применения биномиальной схемы испытаний принадлежит к.ф.-м.н. А.В.Сомовой.

Рассмотрим два важных предельных частных случая.

1. *Когда опцион put в сборке со стопроцентной вероятностью попадает в деньги.* Тогда  $K=0$ ,  $\rho = -1$ , а также достигается предел (7.33). Обозначим среднеожидаемую доходность сборки за  $\overline{A}_T$ , а СКО сборки за  $\sigma_A$ . Тогда по общим правилам портфельного инвестирования выполняется:

$$\overline{A}_T = x_1 \overline{r}_T + x_2 \overline{R}_T, \quad (7.59)$$

$$\sigma_A^2 = x_1^2 \sigma_r^2 + x_2^2 \sigma_R^2 + 2x_1 \sigma_r x_2 \sigma_R \rho, \quad (7.60)$$

где

$$x_1 = \frac{S_0}{S_0 + z_p} = \frac{|\gamma|}{1 + |\gamma|}, \quad x_2 = \frac{z_p}{S_0 + z_p} = \frac{1}{1 + |\gamma|} \quad (7.61)$$

веса компонент в портфеле.

Применение (7.59)-(7.61) в нашем случае дает:

$$\overline{A_T} = \frac{z_p}{z_p + S_0} \beta = \frac{x_p - S_0 - z_p}{(z_p + S_0)T} = v_0 \quad (7.62)$$

предельно низкая доходность сборки, известная инвестору заранее,

$$\sigma_A^2 = (x_1 \sigma_r - x_2 \sigma_R)^2 = \left( \frac{|\gamma|}{1 + |\gamma|} \sigma_r - \frac{1}{1 + |\gamma|} |\gamma| \sigma_r \right)^2 = 0, \quad (7.63)$$

то есть при попадании опциона в деньги доходность сборки перестает быть случайной величиной, а становится фиксированной и заведомо известной.

2. Когда опцион put в сборке со стопроцентной вероятностью **не** попадает в деньги. Тогда  $K=1$ ,  $\rho = 0$ , и, согласно (4)-(8) выполняется  $\overline{R_T} = -1/T$ ,  $\sigma_R = 0$ . И, соответственно, применяя (7.59)-(7.60), имеем

$$\overline{A_T} = \frac{z_p}{z_p + S_0} \left( \frac{-1}{T} \right) + \frac{S_0}{z_p + S_0} \overline{r_T} = \frac{\overline{S_T} - S_0 - z_p}{(z_p + S_0)T} < \overline{r_T}, \quad (7.64)$$

$$\sigma_A = \frac{S_0}{S_0 + z_p} \sigma_r < \sigma_r \quad (7.65)$$

То есть подтверждается вывод о том, что введение опциона put в сборку снижает ее доходность по сравнению с доходностью подлежащего актива, но одновременно и снижает волатильность. Такая операция дает сборке дополнительные шансы на то, чтобы поучаствовать в формировании эффективной границы портфельного облака.

## 7.5. Корреляция подлежащего актива и опциона call

Выражение для корреляции этих двух инструментов, с учетом (7.19) и (7.20):

$$\rho = M \left\{ \begin{array}{l} \frac{r_T - \overline{r_T}}{\sigma_r} \times \frac{\alpha - \overline{R_T}}{\sigma_R}, S_T < x_c \\ \frac{r_T - \overline{r_T}}{\sigma_r} \times \frac{\beta + \overline{r_T} - \overline{R_T}}{\sigma_R}, S_T \geq x_c \end{array} \right\}, \quad (7.66)$$

что очень похоже на (7.55). Повторение всех перечисленных выше математических рассуждений дает выражение для коэффициента корреляции

$$\rho = (1 - K)\gamma \frac{\sigma_r}{\sigma_R}, \quad (7.67)$$

где  $K = \Pr\{S_T < x_c\}$ .

Опцион call и подлежащий актив, естественно, обладают *положительно коррелированными* доходностями. Это означает, что с введением опциона в сборку повышается доходность этой сборки – одновременно с повышением ее риска.

Рассмотрим два важных предельных частных случая.

1. *Когда опцион call в сборке с подлежащим активом со стопроцентной вероятностью попадает в деньги.* Тогда  $K=0$ ,  $\rho = 1$ , а также достигается предел (7.21). Обозначим среднеожидаемую доходность сборки за  $\overline{A_T}$ , а СКО сборки за  $\sigma_A$ . Тогда по общим правилам портфельного инвестирования выполняется (7.59)-(7.60), где

$$x_1 = \frac{S_0}{S_0 + z_c} = \frac{\gamma}{1 + \gamma}, \quad x_2 = \frac{z_p}{S_0 + z_c} = \frac{1}{1 + \gamma} - \quad (7.68)$$

веса компонент в сборке.

Применение (7.59)-(7.60) и (7.68) в нашем случае дает:

$$\overline{A_T} = \frac{2\gamma\overline{r_T} + \beta}{1 + \gamma} > \overline{r_T}, \quad (7.69)$$

$$\sigma_A^2 = \frac{2\gamma}{1 + \gamma} \sigma_r > \sigma_r. \quad (7.70)$$

2. *Когда опцион call в сборке со стопроцентной вероятностью не попадает в деньги.* Тогда  $K=1$ ,  $\rho = 0$ , и выполняется  $\overline{R_T} = -1/T$ ,  $\sigma_R = 0$ . И, соответственно,

$$\overline{A_T} = \frac{z_c}{z_c + S_0} \left( \frac{-1}{T} \right) + \frac{S_0}{z_c + S_0} \overline{r_T} = \frac{\overline{S_T} - S_0 - z_c}{(z_c + S_0)T} < \overline{r_T}, \quad (7.71)$$

$$\sigma_A = \frac{S_0}{S_0 + z_c} \sigma_r < \sigma_r \quad (7.72)$$

То есть если сочетание подлежащего актива с опционом put влечет снижение волатильности (с одновременным снижением доходности), то сборка подлежащего актива с опционом call дает эффект увеличения доходности (с одновременным ростом риска). Что лучше, каждый инвестор решает для себя сам, в зависимости от того, как он оценивает характер рынка.

## 7.6. Корреляция опционов call и put в комбинации «straddle»

Если даты исполнения указанных опционов и их страйки совпадают, то ясно, что в любой момент времени один из опционов находится в деньгах, а другой – нет. Что это означает с точки зрения корреляции двух опционов, предстоит выяснить.

Как установлено в предыдущих разделах этой главы, текущая доходность опциона call связана с тем же для подлежащего актива соотношением:

$$RC_T = \begin{cases} \alpha, S_T < x_c - \text{опцион не в деньгах,} \\ \beta_c + \gamma_c r_T, S_T \geq x_c - \text{опцион в деньгах,} \end{cases} \quad (7.73)$$

где

$$\alpha = -\frac{1}{T}, \beta_c = \frac{S_0 - x_c - z_c}{z_c T}, \gamma_c = \frac{S_0}{z_c}. \quad (7.74)$$

То же самое для опциона put:

$$RP_T = \begin{cases} \alpha, S_T > x_p - \text{опцион не в деньгах,} \\ \beta_p + \gamma_p r_T, S_T \leq x_p - \text{опцион в деньгах,} \end{cases} \quad (7.75)$$

где

$$\beta_p = \frac{x_p - S_0 - z_p}{z_p T}, \gamma_p = -\frac{S_0}{z_p}. \quad (7.76)$$

Корреляция двух опционов:

$$\rho = M \left\{ \frac{RC_T - \overline{RC_T}}{\sigma_c} \times \frac{RP_T - \overline{RP_T}}{\sigma_p} \right\}, \quad (7.77)$$

где  $\overline{RC_T}$ ,  $\overline{RP_T}$  - средние значения доходностей call и put опционов соответственно.

Раскроем (7.77) в интегральной форме:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{\sigma_c \sigma_p} \left[ \int_{-1/T}^{r_0} (\alpha - \overline{RC_T})(\beta_p + \gamma_p r_T - \overline{RP_T}) \varphi_r(r_T) dr_T + \int_{r_0}^{\infty} (\alpha - \overline{RP_T})(\beta_c + \gamma_c r_T - \overline{RC_T}) \varphi_r(r_T) dr_T \right] = \\ &= \frac{1}{\sigma_c \sigma_p} \left\{ (\alpha - \overline{RC_T})[(\beta_p - \overline{RP_T})K + \gamma_p \xi] + (\alpha - \overline{RP_T})[(\beta_c - \overline{RC_T})(1-K) + \gamma_c (\overline{r_T} - \xi)] \right\} \end{aligned} \quad (7.78)$$

где  $\varphi_r(r_T)$  – плотность распределения доходности подлежащего актива,

$$r_0 = \frac{x_c - S_0}{S_0 T} - \quad (7.79)$$

пограничная доходность подлежащего актива, выше которой call опцион оказывается в деньгах,

$$\xi = \int_{-1/T}^{r_0} r_T \varphi_r(r_T) dr_T, \quad (7.80)$$

а  $K$  - вероятность того, что опцион call окажется не в деньгах по истечении времени  $T$ .

### Пример 7.9

Рассмотрим комбинацию «стеллаж» из двух опционов (put и call) ценой по 10\$ каждый и страйком  $x_c = x_p = 100\$$ . При этом подлежащий актив имеет стартовую цену  $S_0 = 100\$$  с ожидаемой доходностью  $\overline{r_T} = 0$  и СКО  $\sigma_r = 40\%$  годовых. Период инвестиций  $T = 0.5$  года. Определить корреляцию опционов в комбинации на момент  $T$ .

### Решение

Согласно расчетам,  $K = 0.5$ ,  $\alpha = \beta_c = \beta_p = -2$ ,  $\gamma_c = -\gamma_p = 10$ ,  $\overline{RC_T} = \overline{RP_T} = -0.404$ ,  $\sigma_c = \sigma_p = 2.335$ . Окончательно,  $\rho = -0.467$  – то есть **доходность call и put опционов в стеллаже оказывается отрицательной**. Этого и следовало ожидать, так как опцион call коррелирован с подлежащим активом положительно, а опцион put – отрицательно, как мы теперь знаем.

Если доходность актива вырастает до  $\overline{r_T} = 30\%$  годовых, а СКО при этом падает до 10%, то ясно, что корреляция опционов слабеет. Тогда  $K = 0.002$ ,  $\overline{RC_T} = 1.0$ ,  $\sigma_c = 0.998$ ,  $\overline{RP_T} = -2.0$ ,  $\sigma_p = 0.014$ , и  $\rho = -0.077$ .

### Пример 7.10

27 ноября 2000 года состояние рынка опционов на акции IBM представлено на сайте [7.8]. Оценим стохастическую связь опционов в стеллаже на конец апреля 2001 года ( $T=5/6$ ) при среднеожидаемой доходности этого актива 20% годовых и СКО 30% годовых (по состоянию на апрель 2001 года). Стартовая цена акции – 100\$.

### Решение

Данные по коэффициенту корреляции сведены в таблицу 7.6

Таблица 7.6

$x_c=x_p$	$z_c$	$z_p$	$r_{comb}$	$\sigma_{comb}$	$\rho$
80	25.125	3.125	0.015	1.042	-0.183
85	22.375	4.125	-0.259	1.079	-0.254
90	17.750	5.750	-0.446	1.146	-0.325
95	14.750	7.000	-0.726	1.125	-0.388
100	11.750	9.375	-1.024	1.009	-0.435
105	9.875	12.125	-1.273	0.85	-0.461
110	7.625	15.000	-1.332	0.806	-0.465
115	6.5	18.000	-1.287	0.829	-0.446
120	5.125	22.625	-1.186	0.845	-0.406

Из таблицы 7.6 видно, что с ростом страйка стеллажа падает доходность этой комбинации, одновременно с ростом модуля отрицательной корреляции между опционами. Это и понятно, так как, увеличивая страйк на ожидаемо растущем активе, мы снижаем эффективность вложений в call опцион. Мы бы точно также снижали доходность комбинации, если бы на ожидаемо падающем активе двигали страйк влево.

Но если при такой же доходности актива мы увеличиваем оценку СКО до 60% годовых, то в этом случае картина изменится. Она представлена таблицей 7.7.

Таблица 7.7

$x_c=x_p$	$z_c$	$z_p$	$r_{comb}$	$\sigma_{comb}$	$\rho$
80	25.125	3.125	0.279	1.767	-0.490
85	22.375	4.125	0.140	1.770	-0.461
90	17.750	5.750	0.161	1.860	-0.443
95	14.750	7.000	0.106	1.868	-0.451
100	11.750	9.375	-0.009	1.801	-0.459
105	9.875	12.125	-0.204	1.658	-0.466
110	7.625	15.000	-0.279	1.601	-0.472
115	6.5	18.000	-0.377	1.526	-0.475
120	5.125	22.625	-0.49	1.43	-0.491

В этом случае динамика корреляции носит волнообразный характер: рост, а затем падение. Также волнообразно изменяется и СКО комбинации.

То есть, рассчитывая на серьезный уровень волатильности актива, мы вправе покрывать его стеллажом, полагая, что рынок доходности актива в любую сторону вызовет доход от использования комбинации в связи с закрытием позиции по любому из опционов комбинации. Покрываясь «на две стороны», мы фактически используем эффект существенной отрицательной корреляции опционов стеллажа.

Разумеется, если мы ждем роста актива, то выбираем комбинацию с низкими страйками, а если падения актива – то с высокими страйками. Если же волатильность актива ожидается низкой, то применять стеллаж нецелесообразно: выигрывает здесь тот, кто уступает комбинацию («writer»).

## 7.7. Корреляция опционов put и call в комбинации «strangle»

В связи с тем, что в комбинации «удавка» страйки двух опционов разнесены по цене, возникает вероятность того, что оба опциона оказываются не в деньгах. Применив все рассуждения предыдущего параграфа книги, можем записать:

$$\rho = \frac{1}{\sigma_c \sigma_p} \left[ \int_{-1/T}^{r_1} (\alpha - \overline{RC_T})(\beta_p + \gamma_p r_T - \overline{RP_T}) \varphi_r(r_T) dr_T + \int_{r_1}^{r_2} (\alpha - \overline{RP_T})(\alpha - \overline{RC_T}) \varphi_r(r_T) dr_T + \int_{r_2}^{\infty} (\alpha - \overline{RP_T})(\beta_c + \gamma_c r_T - \overline{RC_T}) \varphi_r(r_T) dr_T \right] =$$

$$= \frac{1}{\sigma_c \sigma_p} \left\{ (\alpha - \overline{RC_T}) [(\beta_p - \overline{RP_T}) K_1 + \gamma_p \xi_1] + (\alpha - \overline{RC_T})(\alpha - \overline{RP_T}) K_{12} + (\alpha - \overline{RP_T}) [(\beta_c - \overline{RC_T}) K_2 + \gamma_c \xi_2] \right\}, \quad (7.81)$$

где

$$r_1 = \frac{S_0 - x_p}{S_0 T}, \quad (7.82)$$

$$r_2 = \frac{x_c - S_0}{S_0 T}, \quad (7.83)$$

$$K_1 = \int_{-1/T}^{r_1} \varphi_r(r_T) dr_T, \quad (7.84)$$

$$K_{12} = \int_{r_1}^{r_2} \varphi_r(r_T) dr_T, \quad (7.85)$$

$$K_2 = \int_{r_2}^{\infty} \varphi_r(r_T) dr_T, \quad (7.86)$$

$$\xi_1 = \int_{-1/T}^{r_1} r_T \varphi_r(r_T) dr_T, \quad (7.87)$$

$$\xi_2 = \int_{r_2}^{\infty} r_T \varphi_r(r_T) dr_T. \quad (7.88)$$

При совпадении страйков обоих опционов комбинации  $K_{12} = 0$ ,  $K_2 = 1 - K_1$ ,  $\xi_2 = \overline{r_T} - \xi_1$ , и мы приходим к случаю «стеллажа», описанного выше, где корреляция опционов описывается соотношением (7.78).

Научившись определять корреляции опционов и подлежащих им активов, мы всерьез можем задуматься о создании нового подхода к оптимизации смешанных портфелей. Подробно это обсуждается в следующей главе работы.

## 7.8. Нечеткая модель оценки характера рынка

Когда мы говорим что-то о характере рынка подлежащего актива, на который мы покупаем опцион, мы по умолчанию предполагаем, что наблюдаемая нами тенденция сохранится вплоть до даты расчетов по опциону, в противном случае все наши оценки рынка теряют смысл.

Все высказывания о рынке актива имеют природу лингвистической переменной, носителем которой является пара чисел: (ожидаемая доходность, ожидаемая волатильность). И тогда можно ввести нечеткие суждения относительно характера рынка следующего вида:

«*Бычий*» рынок – это рынок с относительно высокой или высокой доходностью актива при умеренной его волатильности.

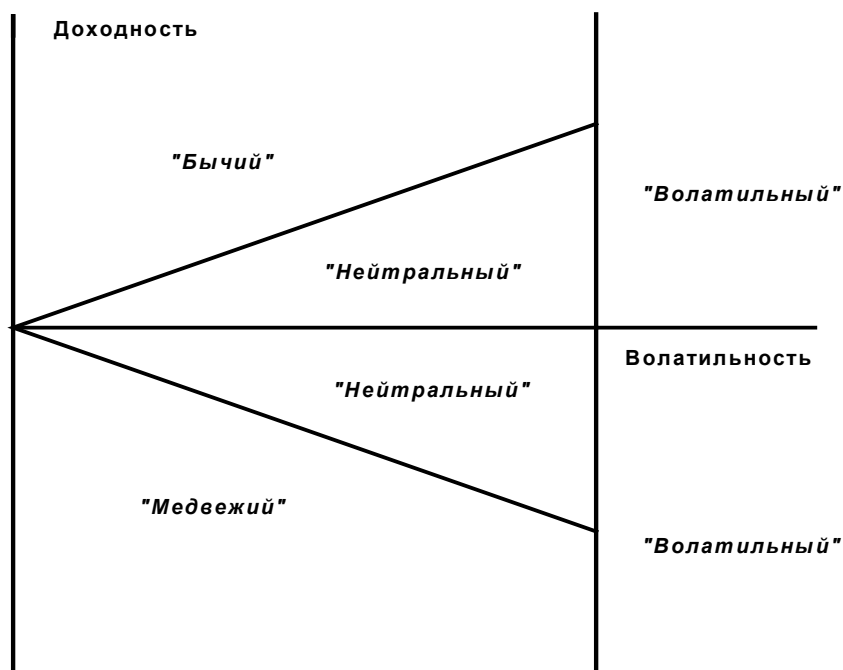
«*Медвежий*» рынок – это рынок с отрицательной доходностью актива, сравнительно высокой по модулю, при умеренной волатильности актива.

«*Нейтральный*» рынок – это рынок с низкой по модулю доходностью при умеренной волатильности актива.

«*Волатильный*» рынок – это рынок с неумеренной волатильностью.

Условно проведенное разделение рынков показано на рис. 7.5. И самое главное здесь – определить параметры разделительных границ в пространстве «доходность-волатильность», которые, конечно, вплотную зависят от самого актива.





**Рис. 7.5. Разделение типов рынков**

Для рынков с умеренной волатильностью в качестве носителя для нечеткой лингвистической классификации может служить так называемое отношение Шарпа [7.10], которое есть отношение доходности актива за вычетом безрисковой составляющей к его волатильности. Тогда функция принадлежности для любого терм-значения лингвистической переменной **«Качество рынка»**, определенная на показателе Шарпа, будет иметь трапезоидный вид, по аналогии с тем, как подобная нечеткая классификация проводится в главе 3 этой книги. Сама же классификация является тяжелой обязанностью инвестора в опционы или эксперта, которого нанимает инвестор. Только в отношении к конкретно взятому активу можно сказать, что для него означает «умеренная волатильность» или «высокое значение показателя Шарпа».

## Выводы

Мы получили простейшие аналитические соотношения для опционов и комбинаций на их основе, руководствуясь обычными вероятностными схемами. Мы можем существенно расширить список комбинаций, которые поддаются аналитическому описанию, так как нашли метод построения такого рода описаний.

Безо всяких особых математических изысканий, на уровне элементарного здравого смысла видно, что если теоретическая цена опциона и не зависит от ожидаемой доходности подлежащего актива, а определяется, в частности, текущей его ценой, то сама по себе доходность вложений в опцион связана с доходностью подлежащего актива **теснейшим образом**. Ожидаемое направление рынка, как мы показали на расчетах, прямо сказывается на фактической цене опциона. Если планируется падающий рынок, подрастают цены на put опционы и тем же темпом падают цены на опционы call. Иначе и

быть не может, ведь рынок опционов – это рынок ожиданий, как и рынок подлежащих активов, как и фондовый рынок в целом.

Заметим также, что в нашей модели отсутствует ставка безрискового финансирования, присутствующая в классической модели. Это обусловлено тем, что все модельные расчеты мы проводим в *номинальных* ценах. Если бы было необходимо от номинальных цен перейти к *реальным*, учтя чистую современную ценность наших инвестиций, тогда было бы необходимо скорректировать номинальные цены по завершении инвестиционного периода на *коэффициент дисконтирования*, который может быть привязан к безрисковой ставке доходности инвестиций в данной стране, например, в той же Америке, что собственно, и делается в модели Блэка-Шоулза.

На базе изложенных в этой главе результатов может быть построен опционный калькулятор с широкой функциональностью, который будет анализировать не только опционы, но и опционные комбинации, а также сборки опционов с подлежащими активами. Здесь есть несомненная новизна и, как мне представляется, даже товарная привлекательность.

Однако преждевременно говорить о возможности оптимизации *смешанных портфелей* – таких, которые наряду с обычными активами (акциями, паями взаимных фондов и т.п.) содержат опционы. Для этого необходимо провести некоторые дополнительные теоретические изыскания, связанные с построением результирующих распределений и ковариационной матрицы компонент смешанного портфеля. Подробно эта тема освещается нами в параграфе 8.4 настоящей работы.

Опять же видим существенную неоднородность ценовых случайных процессов, когда постоянные параметры процессов перестают быть таковыми. Посмотрите еще раз на рисунок 7.3 – разве можно «это» моделировать винеровскими процессами? Возьмите полный интеграл от (7.1) – и вы получите процесс с *экспоненциальным трендом* (7.2), относительно которого способом броуновского движения флуктуирует цена. *Монотонность* тренда – естественное следствие описания винеровского процесса. Когда же мы видим, что тренд «гуляет» чуть ли не синусоидально, о винеровских процессах речи быть не может.

Поэтому перед честными исследователями рынка возникает диллема: или избегать вероятностей при опционном моделировании – или, ища компромисса, сочетать вероятностные описания с описаниями нечетко-множественными, подобно тому, как это здесь и делается на протяжении всего изложения. Такой компромисс мне представляется наиболее разумным и эффективным способом борьбы с неопределенностью, царящей на рынке ценных бумаг.

## 8. Нечеткий подход к оптимизации фондовых портфелей

### 8.1. Модифицированный метод Марковица

Исторически первым методом оптимизации фондового портфеля был метод, предложенный в [8.1]. Суть его в следующем.

Пусть портфель содержит  $N$  типов ценных бумаг (ЦБ), каждая из которых характеризуется пятью параметрами:

- начальной ценой  $W_{i0}$  одной бумаги перед помещением ее в портфель;
- числом бумаг  $n_i$  в портфеле;
- начальными инвестициями  $S_{i0}$  в данный портфельный сегмент, причем

$$S_{i0} = W_{i0} \times n_i; \quad (8.1)$$

- среднеожидаемой доходностью бумаги  $r_i$ ;
- ее стандартным отклонением  $\sigma_i$  от значения  $r_i$ .

Из перечисленных условий ясно, что случайная величина доходности бумаги имеет нормальное распределение с первым начальным моментом  $r_i$  и вторым центральным моментом  $\sigma_i$ . Это распределение не обязательно должно быть нормальным, но из условий винеровского случайного процесса нормальность вытекает автоматически.

Сам портфель характеризуется:

- суммарным объемом портфельных инвестиций  $S$ ;
- долевым ценовым распределением бумаг в портфеле  $\{x_i\}$ , причем для исходного портфеля выполняется

$$x_i = \frac{S_{i0}}{S}, \quad \sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad i = 1, \dots, N; \quad (8.2)$$

- корреляционной матрицей  $\{\rho_{ij}\}$ , коэффициенты которой характеризуют связь между доходностями  $i$ -ой и  $j$ -ой бумаг. Если  $\rho_{ij} = -1$ , то это означает полную отрицательную корреляцию, если  $\rho_{ij} = 1$  - имеет место полная положительная корреляция. Всегда выполняется  $\rho_{ii} = 1$ , так как ценная бумага полностью положительно коррелирует сама с собой.

Таким образом, портфель описан системой статистически связанных случайных величин с нормальными законами распределения. Тогда, согласно теории случайных величин, ожидаемая доходность портфеля  $r$  находится по формуле

$$r = \sum_{i=1}^N x_i \times r_i, \quad (8.3)$$

а стандартное отклонение портфеля  $\sigma$  -

$$\sigma = \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \times x_j \times \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (8.4)$$

Задача управления таким портфелем имеет следующее описание: определить вектор  $\{x_i\}$ , максимизирующий целевую функцию  $r$  вида (8.3) при заданном ограничении на уровень риска  $\sigma$ , оцениваемый (8.4):

$$\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \sigma = \text{const} \leq \sigma_M, \quad (8.5)$$

где  $\sigma_M$  – риск бумаги с максимальной среднеожидаемой доходностью. Запись (8.5) есть не что иное, как классическая задача квадратичной оптимизации, которая может решаться любыми известными вычислительными методами.

*Замечание.* В подходе Марковица к портфельному выбору под риском понимается не риск неэффективности инвестиций, а степень колеблемости ожидаемого дохода по портфелю, причем как в меньшую, так и в большую сторону. Можно без труда перейти от задачи вида (8.5) к задаче, где в качестве ограничения вместо фиксированного стандартного отклонения выступает вероятность того, что портфельная доходность окажется ниже заранее обусловленного уровня.

Если задаваться различным уровнем ограничений по  $\sigma$ , решая задачу (8.5), то можно получить зависимость максимальной доходности от  $\sigma$  вида

$$r_{\max} = r_{\max}(\sigma) \quad (8.6)$$

Выражение (8.6), именуемое эффективной границей портфельного множества, в координатах «риск-доходность» является кусочно-параболической вогнутой функцией без разрывов. Правой точкой границы является точка, соответствующая тому случаю, когда в портфеле оказывается одна бумага с максимальной среднеожидаемой доходностью.

Подход Марковица, получивший широчайшее распространение в практике управления портфелями, тем не менее имеет ряд модельных допущений, плохо согласованных с реальностью описываемого объекта - фондового рынка. Прежде всего это отсутствие стационарности ценовых процессов, что не позволяет описывать доходность бумаги случайной величиной с известными параметрами. То же относится и к корреляции.

Если же мы рассматриваем нашу ценовую предысторию как квазистатистику, то нам следует моделировать ее многомерным нечетко-вероятностным распределением с

параметрами в форме нечетких чисел. Тогда условия (8.3) – (8.5) записываются в нечетко-множественной форме, и задача квадратичной оптимизации также решается в этой форме. Решением задачи является эффективная граница в виде нечеткой функции полосового вида (см. главу 2). Ее следует привести к треугольному виду по обычным правилам.

Тогда, если нам заданы контрольные нормативы по доходности и риску (бенчмарк), которые нам следует соблюсти в нашем портфеле, увеличивая доходность и одновременно снижая риск, то риск того, что мы не добьемся поставленной цели, определяется способами, изложенными в главе 4 настоящей книги.

Итак, изложение модифицированного подхода Марковица завершено. Далее по тексту главы мы считаем, что имеем дело с квазистатистикой по ценным бумагам в портфеле, которая моделируется нами посредством N-мерного нечетко-вероятностного распределения. Оценив параметры этого распределения как нечеткие числа, мы решаем задачу квадратичной оптимизации в нечеткой постановке, получая эффективную границу в форме криволинейной полосы.

## 8.2. Метод оптимизации портфелей на долговых обязательствах

В главе 6 работы мы предложили принципы учета долговых обязательств в фондовом портфеле, предполагая, что курсовые цены этих бумаг будут рассмотрены как случайные процессы, в которых можно будет выделить тренд и шум. Параметры случайных процессов могут быть также определены.

Предположим, что доходности долговых бумаг являются случайными процессами, в сечении которых лежат нормально распределенные случайные величины. В этом случае на классе долговых обязательств можно ставить и решать задачу оптимизации по Марковицу [8.1]. Продемонстрируем это на примере из двух бумаг - дисконтной и процентной.

### Пример оптимизации bond-портфеля

Пусть в момент  $T_1 = 0$  выпущено две облигации – А и В – с равным сроком обращения  $T_M - T_1 = 3$  (здесь и далее параметры времени - в годах). Также бумаги А и В характеризуются следующими параметрами выпуска:

**А:**

- тип бумаги – дисконтная,
- номинал бумаги  $N_1 = 2000\$$ ,
- размер дисконта при выпуске –  $(N_1 - N_{01}) / N_1 = 30\%$ .

**В:**

- тип бумаги - процентная,
- номинал бумаги  $N_2 = 1000\$$ ,
- размер дисконта при выпуске –  $(N_2 - N_{02}) / N_2 = 10\%$ .
- размер процента –  $\Delta N_2 / N_2 = 15\%$  годовых,
- число процентных выплат  $K_2 = 3$  с частотой 1 раз в год.

Время принятия решения о формировании портфеля  $t = 1+0$ , плановый срок владения портфелем  $T = 1.5$ . Поэтому доходности и риски измеряются на момент времени  $t + T = 2.5$ .

Не прибегая к квазистатистическому анализу шумов курсовых цен и их взаимной корреляции, заложим расчетные значения СКО шумов цен бумаг А и В, причем эти шумы считаем приведенными к стационарному виду по правилам, изложенным нами в предыдущем сообщении:

$$\sigma_{01} = \sigma_{02} = \sigma_0 - \quad (8.7)$$

треугольные нечеткие числа.

Также предположим что совместный статистический анализ нормализованных шумов случайных процессов *доходностей* бумаг А и В дает нам значение коэффициента корреляции  $\rho_{12}$ . Тогда ковариационная матрица доходностей на интервале  $t \in [1,3]$ , имеет вид

$$\begin{pmatrix} \Theta_1^2(t, T) & \Theta_1(t, T) \times \Theta_2(t, T) \times \rho_{12} \\ \Theta_1(t, T) \times \Theta_2(t, T) \times \rho_{12} & \Theta_2^2(t, T) \end{pmatrix}, \quad (8.8)$$

где соответствующие параметры СКО определяются по формулам (6.14) и (6.34), но уже как нечеткие функции параметров  $t$  и  $T$ .

**Задача** состоит в том, чтобы исследовать свойства портфеля из бумаг А и В и найти такую их пропорцию, которая оптимизирует портфель в точке  $(t + T)$ .

### Решение задачи

1. Справедливая цена дисконтной бумаги А определяется соотношением

$$C_1(t) = 2000 \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times r_1\right), \quad (8.9)$$

где

$$r_1 = \ln \frac{N_1}{N_{01}} = 0.357. \quad (8.10)$$

СКО шума цены бумаги А определяется по формуле

$$\sigma_1(t) = \sigma_0 \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times r_1\right) \times \frac{3-t}{3}. \quad (8.11)$$

Среднеожидаемая доходность по бумаге за плановый период владения имеет вид

$$\overline{R}_1(t, T) | H_1(t) = \frac{C_1(t+T) - H_1(t)}{H_1(t) \times T}, \quad (8.12)$$

где  $C_1(t)$  определяется по (3), а СКО случайной величины доходности бумаги А

$$\Theta_1(t, T) | H_1(t) = \frac{\sigma_1(t+T)}{H_1(t) \times T}, \quad (8.13)$$

где  $H_1(t)$  – известное значение покупной цены бумаги А в момент времени  $t$ .

2. Справедливая цена дисконтной бумаги В определяется соотношением

$$C_2(t) = 1150 \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times r_2\right) + 150 \times \begin{cases} 0, & 2 < t \leq 3, \\ \exp\left(-\frac{2-t}{3} \times r_2\right), & 1 < t \leq 2 \\ \exp\left(-\frac{1-t}{3} \times r_2\right) + \exp\left(-\frac{2-t}{3} \times r_2\right), & 0 \leq t \leq 1, \end{cases} \quad (8.14)$$

а внутренняя норма доходности долгового инструмента  $r_2$  отыскивается как корень трансцендентного уравнения вида

$$C_2(0) = 1150 \times \exp(-r_2) + 150 \times \left(\exp\left(-\frac{r_2}{3}\right) + \exp\left(-\frac{2 \times r_2}{3}\right)\right) = 900, \quad (8.15)$$

а решение уравнения (6.9) дает

$$r_2 = 0.540. \quad (8.16)$$

*Замечание.* Здесь и далее договоримся, что купонный платеж производится в моменты времени, строго равные расчетным. Непосредственно сразу после платежа (в момент  $t + 0$ ) справедливая цена бумаги падает ровно на размер купона, поэтому левые ограничения по переменной  $t$  в (8.14) выполняются как строгие неравенства. То есть мы определяем функцию (8.14) как непрерывную слева.

СКО шума цены бумаги В определяется по формуле

$$\sigma_2(t) = 1.15\sigma_0 \times \exp\left(-\frac{3-t}{3} \times r_2\right) \times \frac{3-t}{3} \times r_2 +$$

$$+ 0.15\sigma_0 \times \begin{cases} 0, & 2 < t \leq 3, \\ \exp\left(-\frac{2-t}{3} \times r_2\right) \times \frac{2-t}{3}, & 1 < t \leq 2 \\ \exp\left(-\frac{1-t}{3} \times r_2\right) \times \frac{1-t}{3} + \exp\left(-\frac{2-t}{3} \times r_2\right) \times \frac{2-t}{3}, & 0 \leq t \leq 1, \end{cases} \quad (8.17)$$

Среднеожидаемая доходность по бумаге за плановый период владения имеет вид

$$\overline{R}_2(t, T) | H_2(t) = \frac{C_2(t+T) - H_2(t) + m \times \Delta N_1}{H_2(t) \times T}, \quad (8.18)$$

где  $m$  – число купонных платежей в интервале времени  $[t, t+T]$ ,  $C_2(t)$  определяется по (8.14), а СКО случайной величины доходности бумаги В

$$\Theta_2(t, T) | H_2(t) = \frac{\sigma_2(t+T)}{H_2(t) \times T}. \quad (8.19)$$

где  $H_2(t)$  – известное значение покупной цены бумаги В в момент времени  $t$ .

3. Тогда показатели среднеожидаемой доходности и риска портфеля имеют выражения

$$\overline{R}(t, T) = x_1 \times \overline{R}_1(t, T) + x_2 \times \overline{R}_2(t, T), \quad (8.20)$$

$$\Theta^2(t, T) = x_1^2 \times \Theta_1^2(t, T) + 2 \times x_1 \times x_2 \times \Theta_1(t, T) \times \Theta_2(t, T) \times \rho_{12} +$$

$$+ x_2^2 \times \Theta_2^2(t, T), \quad (8.21)$$

где  $x_1$  и  $x_2$  - соответственно доли бумаг А и В в объединенном портфеле, и выполняется

$$x_1 + x_2 = 1. \quad (8.22)$$

В формулах (8.20) и (8.21) нами использована сокращенная запись.

4. Произведем упрощение формул (8.9) – (8.11), подставив в них значения  $t = 1$ ,  $T = 1.5$ :

$$C_1(1) = 2000 \times \exp\left(-\frac{2}{3} \times 0.357\right) = 1576.4, \quad (8.23)$$

$$C_1(2.5) = 2000 \times \exp\left(-\frac{1}{6} \times 0.357\right) = 1884.5, \quad (8.24)$$



$$\sigma_1(2.5) = \sigma_0 \times \exp\left(-\frac{1}{6} \times 0.357\right) \times \frac{1}{6} = 0.157 \sigma_0. \quad (8.25)$$

$$\overline{R}_1(1, 1.5) = \frac{1884.5 - 1576.4}{1576.4 \times 1.5} = 0.130, \quad (8.26)$$

Для упрощения, не влияющего на ход наших рассуждений, мы полагаем  $H_1(1) = C_1(1)$ ,  $H_2(1) = C_2(1)$ . Тогда

$$\Theta_1(1, 1.5) = \frac{0.157 \sigma_0}{1576.4 \times 1.5} = 6.64 \times 10^{-5} \times \sigma_0, \quad (8.27)$$

$$C_2(1+0) = 1150 \times \exp\left(-\frac{2 \times 0.540}{3}\right) + 150 \times \exp\left(-\frac{1 \times 0.540}{3}\right) = 927.6, \quad (8.28)$$

$$C_2(2.5) = 1150 \times \exp\left(-\frac{0.540}{6}\right) = 1051.0, \quad (8.29)$$

$$\sigma_2(2.5) = 1.15 \sigma_0 \times \exp\left(-\frac{0.54}{6}\right) \times \frac{0.54}{6} = 0.175 \sigma_0, \quad (8.30)$$

$$\overline{R}_2(1+0, 1.5) = \frac{1051.0 - 927.6 + 150}{927.6 \times 1.5} = 0.196, \quad (8.32)$$

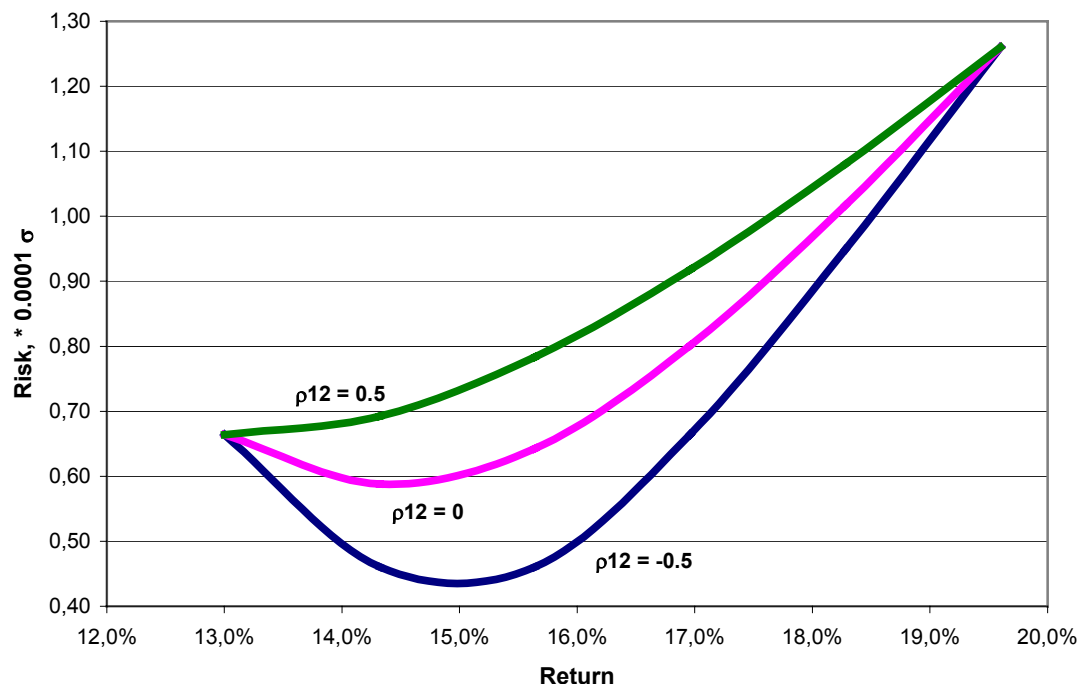
$$\Theta_2(1+0, 1.5) = \frac{0.175 \sigma_0}{927.6 \times 1.5} = 1.26 \times 10^{-4} \sigma_0. \quad (8.33)$$

$$\overline{R}(1+0, 1.5) = 0.13 x_1 + 0.196 (1 - x_1) = 0.196 - 0.066 x_1, \quad (8.34)$$

$$\Theta^2(1+0, 1.5) = 10^{-10} \sigma_0^2 \times \left\{ 44.1 x_1^2 + 167.3 x_1 (1 - x_1) \rho_{12} + 158.8 (1 - x_1)^2 \right\}, \quad (8.35)$$

При  $x_1 = 0$   $\overline{R}(1+0, 1.5) = \overline{R}_2(1+0, 1.5) = 0.196$ ,  $\Theta(1+0, 1.5) = \Theta_2(1+0, 1.5) = 1.26 \times 10^{-4} \sigma_0$ . А при  $x_1 = 1$   $\overline{R}(1+0, 1.5) = \overline{R}_1(1+0, 1.5) = 0.130$ ,  $\Theta(1+0, 1.5) = \Theta_1(1+0, 1.5) = 6.64 \times 10^{-5} \times \sigma_0$ .

На рис. 8.1 представлены эффективные границы портфелей из бумаг А и В, где вариантом выступает коэффициент корреляции  $\rho_{12}$ . Видно, что при отрицательной корреляции бумаг на эффективной границе есть участок, где падение риска портфеля сопровождается ростом его доходности, и есть безусловный оптимум соотношения “доходность - риск”. А задача Марковица, решаемая для двумерного случая, вырождается в поиск ординаты эффективной границы, соответствующей фиксированной абсциссе (выбор максимума доходности при заданном уровне риска или минимума риска при заданной доходности).



**Рис. 8.1. Семейство кривых эффективной границы портфеля из двух облигаций**

Если нарисовать эффективную границу для известных расчетных значений  $\sigma_0$  и  $\rho_{12}$  как треугольных нечетких чисел, то граница приобретет вид криволинейной полосы.

### 8.3. Подход к синтезу оптимальных опционных комбинаций

В самом простейшем случае задача синтеза опционной комбинации может быть поставлена следующим образом.

Пусть имеются два актива А и В (которые не будут входить в портфель) и два опциона на активы, причем известны все доходности активов, их СКО, доходности опционов и их СКО. Также известны корреляционные коэффициенты опционов и их подлежащих активов, с одной стороны, и корреляционный коэффициент для собственно активов А и В, с другой стороны. **Задача** состоит в том, чтобы определить *транзитный* корреляционный коэффициент между двумя выбранными опционами. Тогда задача синтеза оптимальной опционной комбинации сводится к тому, чтобы определить их оптимальное долевое соотношение в портфеле на основе подхода Марковица.

В самом общем виде эта задача пока не имеет своего решения. Тем не менее, можно руководствоваться некоторыми практическими соображениями для оценки транзитного коэффициента корреляции. Например, если подлежащие активы сильно коррелированы, можно использовать те оценки, которые получены нами при анализе комбинаций «стеллаж» и «удавка». При низкой корреляции активов в качестве опорной оценки можно взять *минимум* всех корреляционных коэффициентов в связке «опцион – актив А – актив В – опцион», при этом учесть знак корреляции. Например, если только

один коэффициент корреляции отрицателен, то оценка транзитного корреляционного коэффициента также должна быть отрицательной.

И если получена обоснованная оценка транзитного коэффициента корреляции, например, в форме треугольного нечеткого числа, то задача синтеза оптимальной опционной комбинации решается модифицированным методом Марковица.

## **Выводы**

В этой главе мы решаем задачу оптимизации смешанных портфелей. Особенно остро она стоит перед управляющими гибридных и хедж-фондов. Последние, в частности, управляют портфелями, наполненными не только классическими бумагами, но производными бумагами, долговыми обязательствами, а также правами на недвижимость, депозитарными расписками на хранение драгоценных металлов и тому подобным.

Кое-каких результатов для целей оптимизации смешанных портфелей нам удалось достичь в этой книге. Основная теоретическая работа, конечно, еще впереди, но для нее заложен, кажется, неплохой фундамент.

В качестве самых общих рекомендаций для управляющих смешанными портфелями здесь приводятся следующие:

- не стесняться прибегать к вероятностным описаниям;
- в ходе моделирования все «постоянные» параметры моделировать треугольными нечеткими числами, при этом обосновывать расчетный диапазон;
- использовать модифицированный метод Марковица;
- если опционные комбинации покрыты подлежащими активами, то в модели целесообразно использовать агрегированную модель «актив + комбинация»;
- искать оценки транзитных коэффициентов корреляции, пользуясь уже полученными ранее результатами анализа для близких к ситуации моделей.

## 9. Скоринг акций

### 9.1. Системы скоринга и их оценка

Все, что нам теперь известно о характере оценки инвестиционного риска, мы можем применять на практике, вырабатывая решения о приобретении тех или иных фондовых активов. Можно проследить, как нечетко-множественный подход может быть с успехом применен для принятия решения о покупке отдельных акций.

Прежде чем решать задачу оптимизации фондового портфеля, этот портфель необходимо собрать. И здесь неоценимую помощь могут оказать системы *скоринга* ценных бумаг. Ограничимся здесь рассмотрением процедуры скоринга акций, под которым мы понимаем оценку акций, что могла бы позволить:

- осуществить ранжирование акций по критерию их инвестиционной привлекательности в пределах выделенной группы (сектора, отрасли экономики);
- выработать брокерскую рекомендацию о покупке (удержании, продаже) акций.

Скоринг акций является неотъемлемой составляющей современного финансового анализа на фондовом рынке. Особую потребность в этой услуге испытывают институциональные инвесторы (банки, пенсионные, инвестиционные и страховые фонды), осуществляющие систематическое и крупномасштабное инвестирование в фондовые активы. Принятие инвестиционных решений сопровождается скрупулезным предварительным анализом, однако когда число активов в портфеле измеряется сотнями, никакой анализ вручную невозможен, а тем более – оперативное сопровождение вложений.

К счастью, в развитых странах с развитием глобальных компьютерных сетей появляются общедоступные информационные ресурсы он-лайн, использование которых резко сокращает время анализа. Более того: в ряде случаев оказываются доступными и результаты анализа, выполняемого загодя или в автоматическом режиме.

В мире существует несколько общепризнанных и, главное, доступных систем скоринга акций. Опишем три из них.

В системе *Poor Fundamentalist* [9.1] приводится следующий перечень фундаментальных факторов, учитываемых при покупке (продаже, удержании) бумаги:

1. **P/E** – отношение цены акции к чистым доходам компании в расчете на одну акцию.
2. **Earnings** – доходы компании за вычетом налогов и иных обязательных платежей.
3. **Revenues** – чистые продажи компании плюс прочие доходы, связанные с основной деятельностью, за отчетный период

4. **Long-term debt** – Задолженность, подлежащая погашению в срок более одного года.
5. **Current assets/Current liabilities** – отношение оборотных (текущих) активов компании к ее краткосрочным (текущим) обязательствам. Выражает ликвидность компании.
6. **Dividends** – доля чистой прибыли, направляемая на текущие дивидендные выплаты.
7. **Stock splits** – фактор дробления акций.
8. **Profit margins** – маржинальная прибыль компании.
9. **Capitalization** – произведение суммарного числа акций на их текущую цену.
10. **Institutional holdings** – процент присутствия среди владельцев компании институциональных инвесторов.
11. **Cash flow** – чистый денежный поток компании, согласно отчету о движении денежных средств.

На основании анализа перечисленных факторов, бумага получает рейтинг следующего вида:

**VISCA-1.** Компания обладает сильными фундаментальными характеристиками, но ее быстрый рост заставляет предложить эту бумагу исключительно агрессивному инвестору.

**VISCA-2.** Акции также рекомендуются агрессивному инвестору, но фундаментальные характеристики бумаги не являются столь же сильными, как в предыдущем случае.

**VISCA-3.** Бумаги для консервативного инвестора, обладающие низкой волатильностью.

**VISCA-4.** Бумаги, которые намерены стать спекулятивными, с хорошими характеристиками развития, но с довольно высокой волатильностью.

**C/R (Calculated/Risks).** Бумаги, не рекомендуемые для классических типов инвестора. Сюда обычно относятся стартовые эмиссии акций молодых малоизвестных компаний.

В системе, приведенной на сайте [9.2], осуществляется шкалирование отклонения фактической цены бумаги от ее расчетного значения, шкалируется безопасность бумаги, прогнозируется ее доходность, исследуется ценовая история, и все эти проанализированные аспекты сводятся в один комплексный показатель, на основе которого система и производит рекомендации.

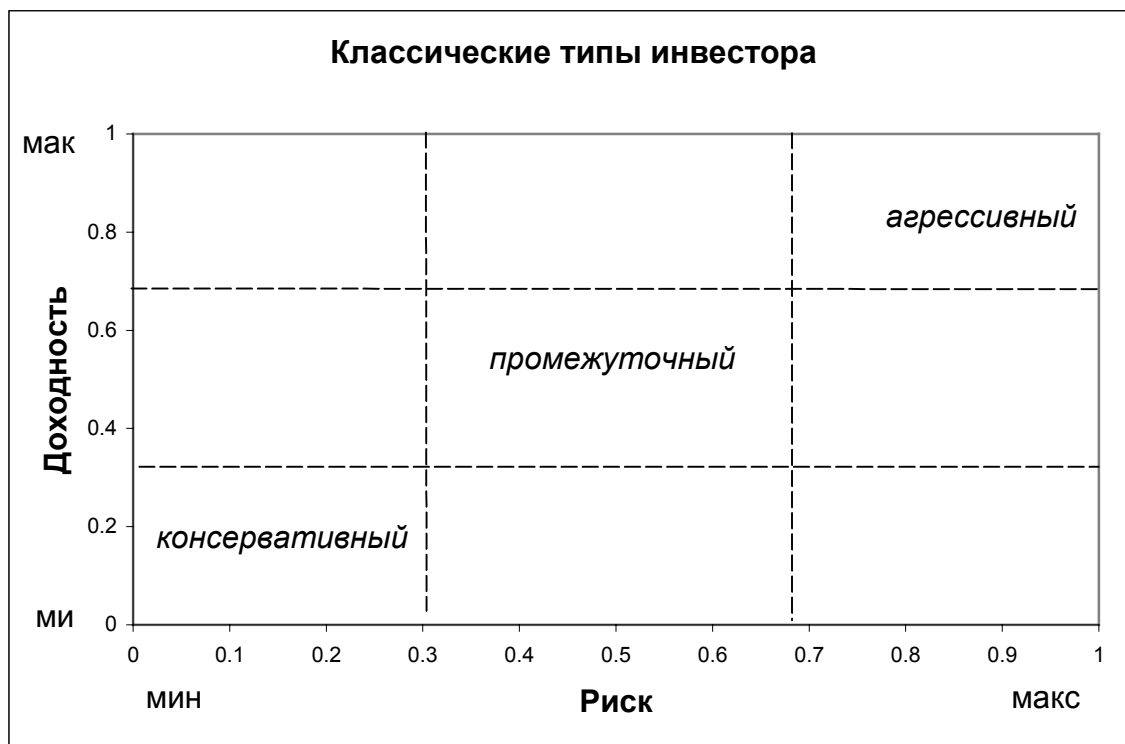
Известная система рейтингования **Zaks Investment Research [9.3]** основывается на взвешивании оценок ряда экспертов. К сожалению, эта система является непрозрачной с точки зрения квалификации экспертов. Поэтому она не поддается анализу.

Все перечисленные системы обладают неопровержимыми достоинствами, но есть целый ряд особенностей, которые не учитываются ни в одной из них.

**Первое.** В основном они не учитывают специфики того **инвестора**, к которому они обращены (система **[9.1]** в этом смысле не исключение). Инвестор характеризуется тем или иным уровнем терпимости к риску (*risk tolerance*), и эту терпимость необходимо измерять при помощи специальных методов, и только уж тогда рекомендовать ту или иную бумагу. Например, в системе **Alife Portfolio Manager [9.4]** *risk tolerance* уточняется на основе специализированного опроса инвестора. По итогам опроса инвестору предоставляется так называемый *модельный портфель* бумаг, который состоит из *модельных активов* - крупных классов бумаг, представленных соответствующим индексом. Может оказаться и так, что та или иная отрасль промышленности, страна, рынок, вид бумаги не будут представлены в оптимальном модельном портфеле, и тогда рекомендовать эти бумаги смысла не имеет.

На рис. 9.1 графически охарактеризованы различные классические типы инвестора. Границы областей устанавливаются экспертным путем, в ходе исследования поведения инвестора как рационального субъекта рынка. Конечно, есть люди, которые ищут большего дохода при меньшем риске, тем самым гоняясь за несбыточными вещами, и есть люди, которые выбирают худшее из худшего (например, сильно переоцененную компанию). Но мы договорились считать поведение инвестора рациональным. Такая рациональность предполагает выбор оптимальной пропорции агрессивных и консервативных активов, т.е. диверсификацию. Активы с неоптимальным соотношением ожидаемой доходности и риска выпадают из модельного портфеля.

**Второе.** Не осуществляется сопоставительный анализ акции с **отраслью** и/или сектором экономики, который она представляет. В то же время ценовое поведение отрасли, представленное соответствующим индексом, выражает возможности этого рынка, общие для всех акций данного сегмента. Мы говорим о *квазистатистике* в том смысле, как она введена нами в главе 2 этой книги, когда можем модельно обосновать квазиоднородность выборки предприятий – по сектору, группе секторов, отрасли. Если же акция в целом ведет себя лучше индекса квазиоднородной выборки, то это значит, что менеджмент этой компании управляет ею эффективно, используя все наличные возможности. Поэтому сопоставительный анализ необходим.



**Рис. 9.1. Классические типы инвестора**

В этом отношении показателен пример системы **Stock Evaluation [9.5]**, где проводится сопоставительный анализ ряда показателей акции с тем же для соответствующих секторов и отраслей. Подобное оказывается возможным с использованием базы данных по бумагам, котируемым на биржах США [9.6]. В течение нескольких десятков лет собирается вся ключевая информация по акциям 9 отраслей экономики США, в состав которых входят 31 сектор и свыше 300 индустриальных групп. В зависимости от результатов анализа того или иного показателя ему присваивается один из 5 уровней: высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий.

К явным недостаткам этой в целом очень продвинутой системы относятся:

- отсутствие комплексного показателя, который бы позволил ранжировать оцениваемые акции;
- отсутствие системы выработки брокерских рекомендаций;
- при неоднородном распределении рыночного капитала в структуре отрасли или сектора средние значения факторов смещаются, что приводит к деформации всей системы оценок;
- явно ошибочно оцениваются отрицательные значения фактора Р/Е.

**Третье.** Все рассмотренные системы не берут во внимание **текущее состояние рынка**. Например, для hi-tech компаний рынок марта 2000 года и рынок декабря того же года – это два принципиально различных рынка. Ничего по сути не произошло с компаниями этого сегмента, зато принципиально изменилась структура инвестиционных ожиданий. Эйфория и ажиотаж на рынке сменились полнейшей растерянностью. Сегодня, в условиях надвигающейся на США долгосрочной рецессии, пакет брокерских

рекомендаций должен принципиально отличаться от того же еще год назад. Рекомендации должна предварять некая *экспертная модель* – набор базовых принципов (нечетких знаний), которые будут положены в основу системы оценивания.

Итак, тип инвестора, характер отрасли и специфика рынка – три комплекса внешних факторов, которые должны быть включены в систему оценивания наряду с традиционными показателями оценки. В данной работе предлагается описание подобной системы, в основе которой лежит принцип системы [9.5], с учетом всех высказанных к ней претензий. В основу оценки положен нечетко-множественный подход, который успешно применяется в задачах управления финансами [9.7-9.9].

Изложим нашу систему в виде последовательности этапов оценки. Возьмем в качестве примера сектор 822 по классификации [9.5]. Это **Technical & System Software** – компании, занимающиеся разработкой программных продуктов для автоматизации процессов проектирования и научных исследований. Сектор представляет порядка 50 компаний, акции которых котируются на бирже NASDAQ.

## **9.2. Этап 1. Базовые предпосылки для формирования рынка акций выбранного сектора**

Как отмечалось, экономика США вступила в фазу рецессии. Это прежде всего характеризуется резким снижением темпов роста промышленного производства и валового внутреннего продукта. Компании сокращают непрофильные расходы, и прежде всего это ударяет по рынкам программного обеспечения и интернет-технологий. Так что выбранный нами сектор приобретает все качества депрессивного.

С точки зрения фондового рынка это означает кардинальную переоценку всех ценностей. Прежде всего инвестор будет сориентирован на получение хотя бы минимального, но высокоожидаемого дивидендного (процентного) дохода. Темпы роста курсовых цен акций сильно замедлятся, поэтому львиная доля дохода от владения акциями будет приходиться на дивиденды. Курсовая траектория акций будет чем-то напоминать то же самое для облигаций: рост – объявление дивидендного платежа – скачкообразный спад и снова рост. Инвестор перестанет покупать «обещающие» компании и прежде всего обратится к базовым отраслям. Это означает депрессию по всей отрасли технологичных компаний, сопровождающуюся массовыми разорениями компаний в этой отрасли. Инвестиционное финансирование получают компании, ранее зарекомендовавшие себя как доходные, для остальных же инвестиции окажутся недоступными. Такая суровая школа выживания поставит под удар все компании, чья сегодняшняя капитализация не превышает 100 млн. долларов.

В связи с этим инвестор под особый контроль поставит соотношение Р/Е. Можно прогнозировать сильную корреляцию этого фактора с текущей капитализацией компаний: компаниям с большей капитализацией “будет дозволено” иметь большее соотношение Р/Е. Однако большинство компаний будет иметь разумные значения этого



фактора, и они будут группироваться: у компаний с капитализацией до 1 млрд. долл. - в районе отметки  $P/E=10$ , для крупных компаний – на уровне 20. Это означает доходность на уровне того же для облигаций средней и высокой степени надежности соответственно. Те базовые ориентиры, что мы здесь зафиксировали, существенно повлияют на характер нашей оценки. Для компаний, которые попадают под удар в связи с вышеизложенным, мы вообще не вправе давать уверенных оценок и рекомендаций, в связи с недопустимым уровнем риска вложений в эти компании.

После того, как сделаны общерыночные замечания, можно переходить на уровень конкретного сектора.

### 9.3. Этап 2. Отраслевой анализ

С самого начала мы устанавливаем, что наша система скоринга является **условной**. Это означает, что все необходимые изыскания в части оценки risk tolerance инвестора проведены, и ему предложен модельный портфель, причем выбранная нами отрасль в этот портфель попадает. Даже для условий рецессии попадание технологической отрасли в модельный портфель вполне вероятно. Однако при любых раскладах ее доля в модельном портфеле не превысит 10-15% вложений в акции американской экономики (из-за неустраненной переоцененности акций на этом рынке).

В таблицу 9.1 сведены данные по акциям сектора 822 (по состоянию на 09.02.2001), компании-эмитенты которых закончили 2000 год с прибылью. Это 40% всего списка компаний. Обозначения: Ticker – сокращенное наименование бумаги; Price – цена; Value – капитализация компании; Rev g - рост продаж за год; Net Inc g – рост чистого дохода за год; Cash Flow g – рост денежного потока за год; ROE – чистые годовые доходы в расчете на одну акцию; ROA – годовая прибыль до налогообложения, отнесенная к активам по балансу; ROIC – отношение чистых годовых доходов к активам; Tot D/Eq – отношение задолженности компании к ее рыночной капитализации; LT D/Eq – отношение долгосрочной задолженности к капитализации; P/E – отношение цены к чистым доходам на одну акцию; P/S - отношение цены к продажам в расчете на одну акцию.

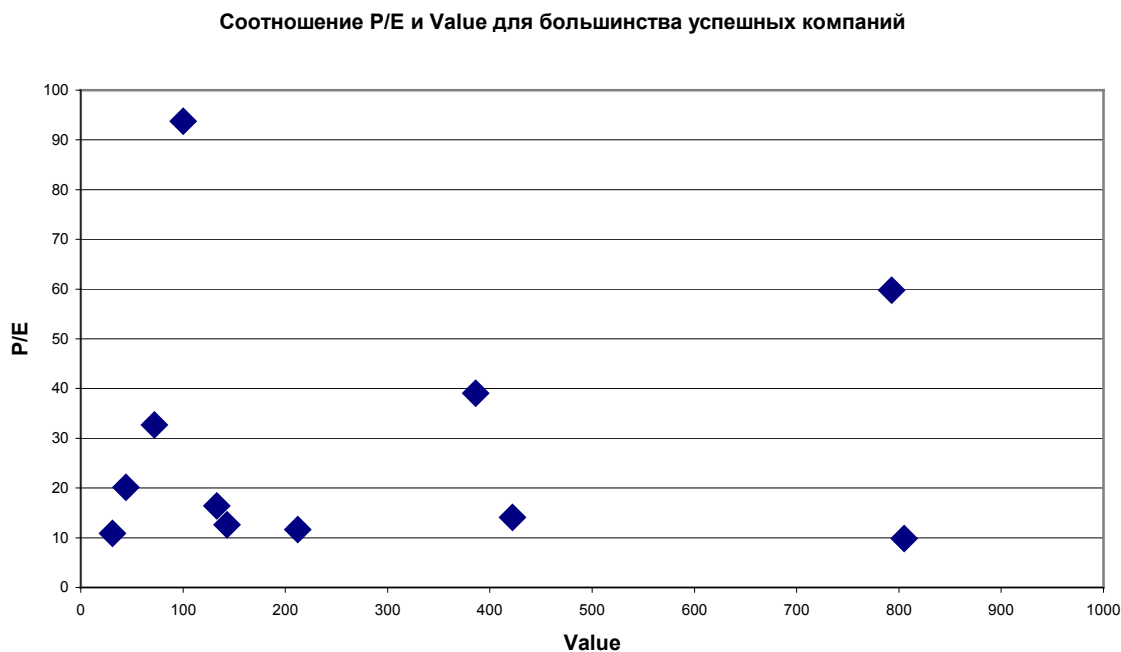
В качестве интервала анализа нами выбран **год**. Это закономерно с той точки зрения, что если в текущем году компания не имела прибыли, то в нынешнем и последующем годах ее возможность иметь прибыль резко сократится. Поэтому текущий год является показательным для большинства компаний выбранного нами сектора. И более того: условия депрессии, в которые попали компании выбранного нами сектора, с необходимостью будут воспроизведены и в этом году, поэтому данные прошедшего года оказываются весьма репрезентативными для нашего анализа.

Таблица 9.1. Дата: 09.02.2001

#	Ticker	Price	Value	Rev. g	Net Inc g	Cash Flow g	ROE	ROA	ROIC	Tot D/Eq	LT D/Eq	P/E	P/S
1	ANST	8.38	100	33.3%	—	354.0%	—	-0.4%	-0.5%	0.24	0	93.78	2.65
2	ANSS	13.38	212	11.7%	17.5%	18.3%	22.6%	17.6%	22.6%	0	0	11.67	2.7
3	ADSK	36.63	2066	13.0%	406.2%	47.8%	1.6%	1.1%	1.6%	0	0	24.2	2.34
4	AVNT	20.94	805	26.3%	98.5%	68.4%	18.0%	13.0%	18.0%	0	0	9.86	2.19
5	BSQR	10.06	340	60.4%	-41.2%	—	1.9%	1.8%	1.9%	0	0	447	4.68
6	CDN	26.85	6599	17.1%	—	-47.7%	—	-1.0%	-1.4%	0.01	0.01	158.61	5.49
7	DASTY	58.06	6881	1%	-14%	12%	28%	17%	27%	0.01	0.01	82.13	14.14
8	IKOS	15.06	133	29.6%	152.8%	122.2%	33.3%	16.0%	33.3%	0.02	0	16.43	1.77
9	INFY	109.56	14496	109.8%	133.3%	—	30.9%	28.0%	30.9%	0	0	127.35	40.15
10	INGR	7.81	386	-24.5%	—	—	—	-12.2%	-21.8%	0.17	0.14	39.05	0.56
11	MANH	30.38	793	63.6%	—	172.6%	1.9%	1.4%	1.9%	0.01	0.01	59.79	6.05
12	MDII	7.19	44	16.6%	81.8%	24.1%	4.0%	2.9%	4.0%	0	0	20.14	0.97
13	MENT	28.06	1812	15.4%	—	164.6%	0.8%	0.5%	0.8%	0	0	33.39	2.98
14	MERQ	75.31	6092	63.6%	96.4%	47.1%	16.6%	11.1%	16.6%	0.48	0.48	116.55	21.61
15	MCRS	17.88	310	-14.4%	-98.1%	-39.1%	9.9%	5.8%	9.7%	0.03	0.02	900	0.96
16	MNS	10.09	143	31.8%	—	—	20.6%	2.7%	5.1%	2.77	2.63	12.62	0.84
17	PGEO	5.44	72	15.6%	—	166.7%	—	-5.7%	-9.3%	—	—	32.71	1.16
18	RATL	43.56	8231	42.7%	23.8%	37.4%	18.7%	7.0%	8.9%	0.76	0.75	96.81	12.1
19	SNPS	50.69	3625	-2.8%	-39.4%	-24.3%	14.3%	9.3%	14.3%	0.01	0	36.65	4.33
20	TTWO	12.81	422	26.5%	53.4%	79.6%	13.4%	7.1%	12.5%	0.52	0.04	14.1	0.94
21	TPPP	1	31	-2.6%	100.0%	—	39.1%	6.9%	29.1%	0.27	0	10.9	0.29
		<b>Сектор</b>	<b>в целом:</b>	<b>0.9%</b>	<b>-71.3%</b>	<b>-16.7%</b>	<b>-22.6%</b>	<b>-13.6%</b>	<b>-26.5%</b>	<b>0.25</b>	<b>0.19</b>	<b>169.06</b>	<b>35.41</b>

Источники: [9.5],[9.6]

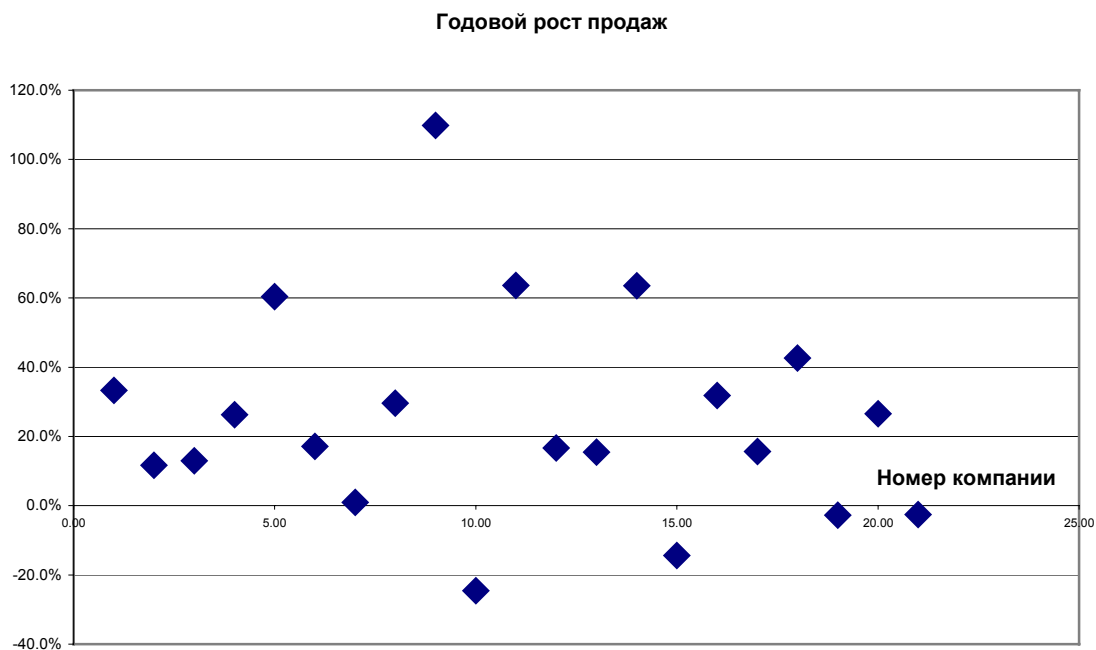
Первое, что вызывает затруднения – это существенная неоднородность в распределении капитала. На рис. 9.2 проиллюстрировано соотношение двух факторов: P/E и Value.



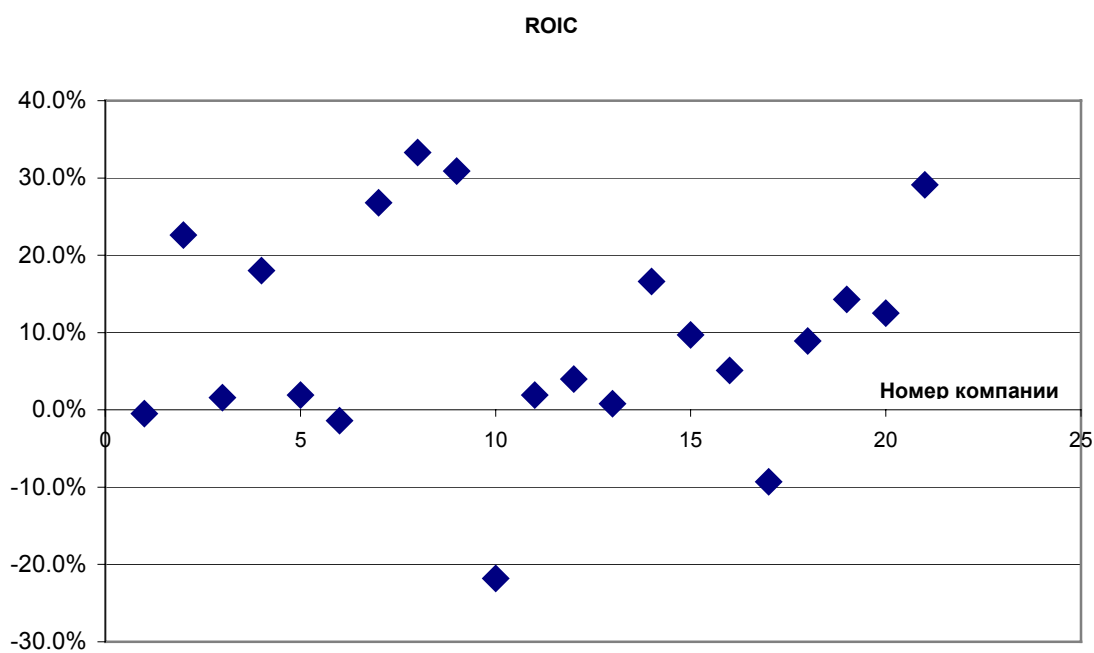
**Рис. 9.2. Соотношение факторов P/E и Value**

Видно, что большинство значений группируется в диапазоне P/E от 10 до 40, что на порядок меньше среднего по сектору. Это говорит о том, что средневзвешенные значения не подходят в качестве базы для сравнения.

Рассмотрим еще два существенных фактора: рост продаж (рис. 9.3) и рентабельность инвестированного капитала (рис. 9.4).



**Рис. 9.3. Годовой рост продаж**



**Рис. 9.4. Рентабельность инвестированного капитала**

И в этом случае мы наблюдаем существенное расхождение среднеотраслевых показателей со средними значениями для успешных компаний (0.9% против 20% и – 26.5% против 10% соответственно). Однако для оценки нам нужно брать в качестве базы для сравнения именно данные по успешным компаниям.

#### 9.4. Этап 3. Выбор показателей для оценки и установление системы предпочтений

Приняв к оценке только вполне состоятельные компании, мы можем упростить задачу оценивания, ограничившись следующими 5 факторами:

1. P/E
2. Value
3. Rev. g
4. ROIC
5. Tot D/Eq

При этом мы устанавливаем следующую систему предпочтения одних показателей другим:

$$1 \geq 2 \supset 3 = 4 = 5 \quad (9.1)$$

Формально это означает, что в первую очередь в ходе оценки мы учитываем факторы 1 и 2, а во вторую – факторы 3-5, причем первый фактор видится несколько более значимым, нежели второй. Такая система предпочтений влечет за собой вполне конкретные количественные последствия, о чем будет упомянуто ниже.

#### 9.5. Этап 4. Нечеткая классификация значений выбранных параметров

Порядок классификации таков:

1. Определим лингвистическую переменную **«Уровень показателя X»** с ее термножеством значений «Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень высокий».
2. Для каждого *i*-го фактора установим нечеткое соответствие его текущего уровня каждому значению лингвистической переменной **«Уровень *i*-го показателя»**, задав трапецидную функцию принадлежности вида рис. 9.5

Нижнее основание трапеции выражает все допустимое множество значений фактора, верхнее – тех значений, когда исследователь устанавливает гарантированное соответствие этих значений выбранному значению лингвистической переменной. Боковые ребра трапеции отражают изменение степени уверенности эксперта в его классификации от 1 до 0 и обратно.

Функция принадлежности

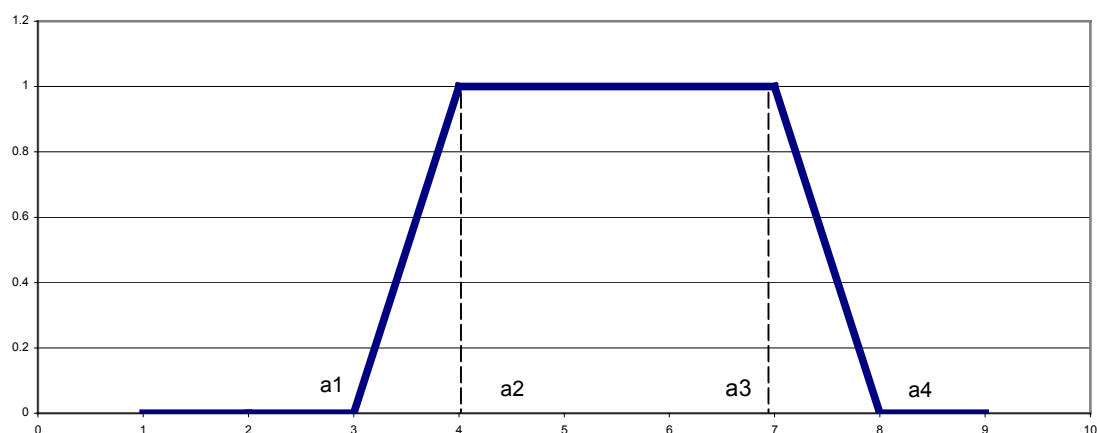


Рис. 9.5. Трапезоидная функция принадлежности

В результате анализа данных таблицы 9.1 выстраивается следующая нечеткая классификация выбранных нами параметров (таблица 9.2):

Таблица 9.2

Уровень показателя	Диапазон значений для факторов:					
	P/E для Value		Value, млн. \$	Rev. g, %	ROIC, %	Tot D/Eq
	< 1 млрд	> 1 млрд				
Очень низкий(ОН)	30 - ∞	45 - ∞	0-50	< 0	<0	> 1
ОН-Н	25-30	40-45	50-100	0 – 5%	0 – 2%	0.7 – 1
Низкий (Н)	20-25	30-40	100-300	5 - 10%	2 – 5%	0.4 – 0.7
Н-Ср	15-20	25-30	300-500	10-15%	5 - 10%	0.3 – 0.4
Средний (Ср)	10-15	20-25	500-1000	15 - 25%	10-15%	0.2 – 0.3
Ср-В	7-10	15-20	1000-3000	25-30%	15-20%	0.15 – 0.2
Высокий (В)	5-7	10-15	3000-5000	30-35%	20-25%	0.1 – 0.15
В – ОВ	5-5	10-10	5000-10000	35-40%	25-30%	0.05 - 0.1
Очень высокий (ОВ)	2-5	5-10	Свыше 10 тыс.	>40%	>30%	0 – 0.05

Для получения данных таблицы 2 анализировался вид гистограмм распределения компаний по уровням тех или иных факторов.

Теперь, когда классификация проведена, можно переходить к ранжированию отдельных показателей по их уровню.

## 9.6. Этап 5. Ранжирование показателей

Нам надо ввести параметр, который характеризует относимость текущего значения фактора нечеткой системе уровней, введенной выше. Назовем этот параметр **рангом** показателя относительно текущего своего уровня.

В качестве ранга уместно использовать степень принадлежности уровня данного показателя тому или иному нечеткому подмножеству уровня, задаваемому лингвистической переменной «**Уровень показателя**». Система функций принадлежности сконструирована таким образом, что сумма рангов показателя по всем подмножествам равна единице, причем количество ненулевых рангов составляет 1 (для абсолютно уверенной классификации) и 2 (для неуверенной классификации, когда оценка колеблется между двумя соседними нечеткими уровнями).

В таблицу 9.3 сведены значения рангов для показателя **Р/Е**:

Таблица 9.3

#	Ticker	Ранг для подмножеств уровня Р/Е:				
		ОН	Н	Ср	В	ОВ
1	ANST	1	0	0	0	0
2	ANSS	0	0	1	0	0
3	ADSK	0	0	1	0	0
4	AVNT	0	0	0.047	0.953	0
5	BSQR	1	0	0	0	0
6	CDN	1	0	0	0	0
7	DASTY	1	0	0	0	0
8	IKOS	0	0.714	0.286	0	0
9	INFY	1	0	0	0	0
10	INGR	1	0	0	0	0
11	MANH	1	0	0	0	0
12	MDII	0	1	0	0	0
13	MENT	0	1	0	0	0
14	MERQ	1	0	0	0	0
15	MCRS	1	0	0	0	0
16	MNS	0	0	1	0	0
17	PGEO	1	0	0	0	0
18	RATL	1	0	0	0	0
19	SNPS	0	1	0	0	0
20	TTWO	0	0	1	0	0
21	TPPP	0	0	1	0	0

Мы видим в таблице 9.3 элементы, отличные от нуля и единицы, что как раз и выражает нечеткость ранжирования. Однако два смежных ненулевых элемента строки в сумме обязательно дают единицу.

В таблицу 9.4 сведены значения рангов для показателя **Value**:

*Таблица 9.4*

#	Ticker	Ранг для подмножеств уровня Value:				
		ОН	Н	Ср	В	ОВ
1	ANST	0	1	0	0	0
2	ANSS	0	1	0	0	0
3	ADSK	0	0	0.467	0.533	0
4	AVNT	0	0	1	0	0
5	BSQR	0	0.8	0.2	0	0
6	CDN	0	0	0	0.6802	0.3198
7	DASTY	0	0	0	0.6238	0.3762
8	IKOS	0	1	0	0	0
9	INFY	0	0	0	0	1
10	INGR	0	0.57	0.43	0	0
11	MANH	0	0	1	0	0
12	MDII	1	0	0	0	0
13	MENT	0	0	0.594	0.406	0
14	MERQ	0	0	0	0.7816	0.2184
15	MCRS	0	0.95	0.05	0	0
16	MNS	0	1	0	0	0
17	PGEO	0.56	0.44	0	0	0
18	RATL	0	0	0	0.3538	0.6462
19	SNPS	0	0	0	1	0
20	TTWO	0	0.39	0.61	0	0
21	TPPP	1	0	0	0	0



В таблицу 9.5 сведены значения рангов для показателя **Revenue g.:**

*Таблица 9.5*

#	Ticker	Ранг для подмножеств уровня Revenue g.:				
		ОН	Н	Ср	В	ОВ
1	ANST	0	0	0	1	0
2	ANSS	0	0.668	0.332	0	0
3	ADSK	0	0.402	0.598	0	0
4	AVNT	0	0	0.746	0.254	0
5	BSQR	0	0	0	0	1
6	CDN	0	0	1	0	0
7	DASTY	0.802	0.198	0	0	0
8	IKOS	0	0	0.072	0.928	0
9	INFY	0	0	0	0	1
10	INGR	1	0	0	0	0
11	MANH	0	0	0	0	1
12	MDII	0	0	1	0	0
13	MENT	0	0	1	0	0
14	MERQ	0	0	0	0	1
15	MCRS	1	0	0	0	0
16	MNS	0	0	0	1	0
17	PGEO	0	0	1	0	0
18	RATL	0	0	0	0	1
19	SNPS	1	0	0	0	0
20	TTWO	0	0	0.698	0.302	0
21	TPPP	1	0	0	0	0

В таблицу 9.6 сведены значения рангов для показателя **ROIC**:

*Таблица 9.6*

#	Ticker	Ранг для подмножеств уровня ROIC:				
		ОН	Н	Ср	В	ОВ
1	ANST	1	0	0	0	0
2	ANSS	0	0	0	1	0
3	ADSK	0.2	0.8	0	0	0
4	AVNT	0	0	0.4	0.6	0
5	BSQR	0.05	0.95	0	0	0
6	CDN	1	0	0	0	0
7	DASTY	0	0	0	0.64	0.36
8	IKOS	0	0	0	0	1
9	INFY	0	0	0	0	1
10	INGR	1	0	0	0	0
11	MANH	0.05	0.95	0	0	0
12	MDII	0	1	0	0	0
13	MENT	0.6	0.4	0	0	0
14	MERQ	0	0	0.68	0.32	0
15	MCRS	0	0.06	0.94	0	0
16	MNS	0	0.98	0.02	0	0
17	PGEO	1	0	0	0	0
18	RATL	0	0.22	0.78	0	0
19	SNPS	0	0	1	0	0
20	TTWO	0	0	1	0	0
21	TPPP	0	0	0	0.18	0.82

И, наконец, в таблицу 9.7 сведены значения рангов для показателя **TotD/Eq**:

*Таблица 9.7*

#	Ticker	Ранг для подмножеств уровня Tot D/Eq:				
		ОН	Н	Ср	В	ОВ
1	ANST	0	0	1	0	0
2	ANSS	0	0	0	0	1
3	ADSK	0	0	0	0	1
4	AVNT	0	0	0	0	1
5	BSQR	0	0	0	0	1
6	CDN	0	0	0	0	1
7	DASTY	0	0	0	0	1
8	IKOS	0	0	0	0	1
9	INFY	0	0	0	0	1
10	INGR	0	0	0.6	0.4	0
11	MANH	0	0	0	0	1
12	MDII	0	0	0	0	1
13	MENT	0	0	0	0	1
14	MERQ	0	1	0	0	0
15	MCRS	0	0	0	0	1
16	MNS	1	0	0	0	0
17	PGEO	0	1	0	0	0
18	RATL	0.8	0.2	0	0	0
19	SNPS	0	0	0	0	1
20	TTWO	0	1	0	0	0
21	TPPP	0	0	1	0	0

Итак, ранжирование завершено. Теперь следует перейти к свертке рангов отдельных показателей в единый комплексный ранг бумаги, выраженный количественно и качественно. Порядок такой свертки излагается ниже.

## 9.7. Этап 6. Комплексная оценка

- Определим лингвистическую переменную «**Оценка бумаги**» с термножеством значений «Очень низкая (О), Низкая (Н), Средняя (Ср), Высокая (В), Очень высокая (ОВ)».
- Чтобы конструктивно описать введенную лингвистическую переменную «Оценка бумаги», определим носитель ее термножества – действительную переменную  $A_N$  на интервале от нуля до единицы. Тогда функции принадлежности соответствующих нечетких подмножеств могут быть заданы таблично (таблица 9.8):

Таблица 9.8

Значение $A\_N$	Значения функций принадлежности для подмножеств переменной «Оценка бумаги»:				
	ОН	Н	Ср	В	ОВ
0-0.15	1	0	0	0	0
0.15-0.25	$(0.25-A\_N)/10$	$(A\_N-0.15)/10$	0	0	0
0.25-0.35	0	1	0	0	0
0.35-0.45	0	$(0.45-A\_N)/10$	$(A\_N-0.35)/10$	0	0
0.45-0.55	0	0	1	0	0
0.55-0.65	0	0	$(0.65-A\_N)/10$	$(A\_N-0.55)/10$	0
0.65-0.75	0	0	0	1	0
0.75-0.85	0	0	0	$(0.85-A\_N)/10$	$(A\_N-0.75)/10$
0.85-1.0	0	0	0	0	1

- Определим лингвистическую переменную «Торговая рекомендация для бумаги» с терм-множеством значений «Strong Buy (SB – Определенно Покупать), Moderate Buy (MB – Покупать под вопросом), Hold (H – Держать), Moderate Sell (MS – Продавать под вопросом), Strong Sell (SS – Определенно продавать)». Именно такая система торговых рекомендаций предлагается сайтом [9.3].
- Установим взаимно однозначное соответствие введенных нами лингвистических переменных на уровне подмножеств: ОН – SS, Н – MS, Ср – H, В – MB, ОВ – SB. Так мы связали качество ценной бумаги с ее инвестиционной привлекательностью. Тогда переменная  $A\_N$  является носителем и для терм-множества лингвистической переменной «Торговая рекомендация», с теми же функциями принадлежности носителя подмножествам значений.
- Оценим веса отдельных факторов для комплексной оценки бумаги, в соответствии с тем, как это записано в (9.1). Согласно правилу точечных оценок Фишберна, критерию максимума неопределенности в части наличной информационной ситуации [9.10,9.11] соответствует следующая система весов:

$$p_1 = \frac{1}{3}, p_2 = \frac{4}{15}, p_3 = p_4 = p_5 = \frac{2}{15}, \sum_{i=1}^5 p_i = 1 \quad (9.2)$$

По построению, весовая мера двух первых показателей в полтора раза выше того же для трех последних показателей. Это и отражает преимущество показателей P/E и Value для оценки акций.

- Тогда, по аналогии с тем, как это сделано в [9.9], получем комплексный показатель  $A\_N$  для каждой бумаги методом двойной свертки:

$$A\_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij} \quad , \quad (9.3)$$

где  $i$  – индекс отдельного показателя для их общего числа  $N=5$ ,  $j$  – индекс уровня показателя для общего числа уровней  $M=5$ ,  $\lambda_{ij}$  – ранг  $i$ -го показателя по своему  $j$ -ому уровню, определяемый таблицами 9.3 – 9.7,

$$\alpha_j = 0.2 \times j - 0.1 \quad - \quad (9.4)$$

абсциссы максимумов функций принадлежности терм-множества лингвистической переменной «**Оценка бумаги**». Тогда среднеожидаемый ранг  $j$ -го уровня, взвешенный по всем  $N$  показателям, оценивается формулой

$$y_j = \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij} \quad , \quad (9.5)$$

и справедливо

$$A\_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j y_j \quad . \quad (9.6)$$

Теперь у нас все необходимые данные для расчетов. В таблицу 9.9 сведены результаты расчетов по формуле (9.3), а также лингвистическая оценка бумаги и торговая рекомендация.

Анализируя данные таблицы 9.9, мы сразу можем отметить, что инвестиционная привлекательность сектора 822 – **низкая**. Две бумаги, которые нехотя рекомендуются между покупкой и удержанием, имеют свои крупные дефекты, которые не позволяют им выступать в качестве объектов для стартовых инвестиций.

Так, бумага AVNT обладает превосходным соотношением P/E, но сравнительно низкой капитализацией. Чтобы приобрести требуемый инвестиционный рейтинг по фактору надежности, компании необходимо разместить на рынке акции с общей капитализацией порядка 300 млн. долларов. Это возможно, учитывая хорошие перспективы этой компании и полное отсутствие негатива. Аналитики прогнозируют рост цены акций AVNT до 33\$ [9.2], и текущий уровень P/E это позволяет, однако небольшая надежность вложений в эти акции влечет эффект их сильной *волатильности*.

Поднявшись до высот, цена компании может с тем же успехом скатиться вниз, и нужны специальные дополнительные меры для повышения остойчивости этого судна, чтобы оно не перевернулось.

Таблица 9.9

#	Ticker	Среднеожидаемые ранги у для уровней:					A_N	Оценка бумаги	Торговая рекомендация
		ОН	Н	Ср	В	ОВ			
1	ANST	0.467	0.267	0.133	0.133	0.000	<b>0.287</b>	Н	MS
2	ANSS	0.000	0.356	0.378	0.133	0.133	<b>0.509</b>	Ср	Н
3	ADSK	0.027	0.160	0.538	0.142	0.133	<b>0.539</b>	Ср	Н
4	AVNT	0.000	0.000	0.435	0.432	0.133	<b>0.640</b>	В-Ср	MB-H
5	BSQR	0.340	0.340	0.053	0.000	0.267	<b>0.403</b>	Ср-Н	Н-MS
6	CDN	0.467	0.000	0.133	0.181	0.219	<b>0.437</b>	Ср-Н	Н-MS
7	DASTY	0.440	0.026	0.000	0.252	0.282	<b>0.482</b>	Ср	Н
8	IKOS	0.000	0.505	0.105	0.124	0.267	<b>0.530</b>	Ср	Н
9	INFY	0.333	0.000	0.000	0.000	0.667	<b>0.633</b>	В-Ср	MB-H
10	INGR	0.600	0.152	0.195	0.053	0.000	<b>0.240</b>	Н-ОН	MS-SS
11	MANH	0.340	0.127	0.267	0.000	0.267	<b>0.445</b>	Ср-Н	Н-MS
12	MDII	0.267	0.467	0.133	0.000	0.133	<b>0.353</b>	Ср-Н	Н-MS
13	MENT	0.080	0.387	0.292	0.108	0.133	<b>0.466</b>	Ср	Н
14	MERQ	0.333	0.133	0.091	0.251	0.192	<b>0.467</b>	Ср	Н
15	MCRS	0.467	0.261	0.139	0.000	0.133	<b>0.314</b>	Н	MS
16	MNS	0.133	0.397	0.336	0.133	0.000	<b>0.394</b>	Ср-Н	Н-MS
17	PGEO	0.616	0.251	0.133	0.000	0.000	<b>0.203</b>	Н-ОН	MS-SS
18	RATL	0.440	0.056	0.104	0.094	0.306	<b>0.454</b>	Ср	Н
19	SNPS	0.133	0.333	0.133	0.267	0.133	<b>0.487</b>	Ср	Н
20	TTWO	0.000	0.237	0.722	0.040	0.000	<b>0.461</b>	Ср	Н
21	TPPP	0.400	0.000	0.467	0.024	0.109	<b>0.389</b>	Ср-Н	Н-MS

Наоборот, компания INFY, при всей ее необыкновенной капитализации в 14 млрд. долл., переоценена просто-таки несусветно. Рынок понимает эту переоцененность (см. рис. 9.6), но расстается с бумагой без особой охоты уже в течение целого года. Сказываются стереотипы мышления, полагающие значение  $P/E=109$  приемлемым для нынешних инвестиционных условий. И должно произойти что-то одно - утроиться доходы, или втрое меньше сделаться цена, - чтобы к этой бумаге вернулась инвестиционная привлекательность (причем куда вероятнее второе). Когда рынок осознает эту диллему, то последствия коррекции могут оказаться весьма болезненными для нынешних держателей акций компаний, переоцененных во времена эйфории начала 2000 года. Такое положение осознается и аналитиками, которые рассматривают справедливую цену INFY на уровне 28\$ по состоянию на 17.02.2001 [9.2], а это в четыре раза меньше текущего уровня.

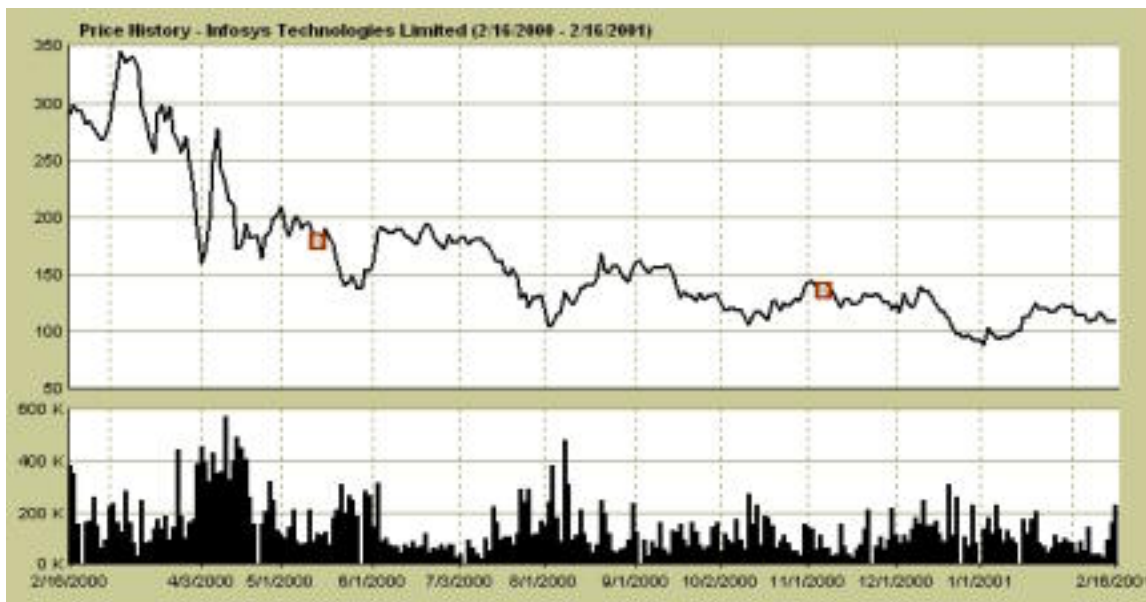


Рис. 9.6. Рыночная цена компании INFY

## Выводы

Предложенный нами метод скоринга акций является **настраиваемым** на текущие рыночные условия общего порядка и на отраслевую специфику компании. Благодаря этой особенности, профессиональный исследователь получает в свои руки как бы *конструктор*, из которого он может смастерить все, что ему по душе. Метод не получает автоматических оценок, а старается предельно учесть все тонкие моменты, возникающие в ходе оценки.

Мы видим, что метод сопоставления со средним в пределах одной отрасли, предлагаемый [9.5], является методологически несостоятельным по двум основаниям. Во-первых, существенная неоднородность капитализации выдвигает в качестве средних нетипичные для большинства компаний значения. Во-вторых, деградирующие компании серьезно отличаются по своим параметрам от компаний живучих, что заставляет отказаться от оценки первых и оценивать только вторые, но в пределах их собственной статистики. Это вынуждает добросовестного исследователя рынка предварительно серьезно поработать над модификацией информационной базы для своих расчетов. Трудоемкость такого рода работ заставляет прибегать к специализированным программным средствам наподобие скринеров [9.4].

Все получаемые в ходе оценки промежуточные результаты имеют наглядную интерпретацию. Особенно это касается таблиц ранжирования. Из них сразу видно, где бумага успешна, а где у нее проблемы. Особый интерес такая информация получает в динамическом случае. Появляется возможность *стратегического прогнозирования* курса бумаги.

Нечеткие множества, которые применяются здесь, - это не причуда, но естественно взятый для анализа инструмент борьбы с информационной неопределенностью, там где прочие способы оценки, и, в частности, с применением вероятностных моделей, оказываются неприменимыми. В частности, борьба идет за успешную классификацию уровней показателей в условиях ограниченной и весьма неоднородной статистики.

Сегодня мы утверждаем, что P/E и Value – это главное для оценки инвестиционной привлекательности американских компаний на период 2001 – 2002 гг. Такой взгляд на вещи не был справедлив для 1999-2000 годов, но сейчас все понемногу возвращается на круги своя. И это ярко продемонстрировал индекс технологических компаний NASDAQ, потеряв свыше трети своего уровня только за вторую половину 2000 года. И, надо полагать, это еще не предел. В течение ближайшего полугода-года следует ожидать повторной серьезной коррекции рынка примерно с такими же последствиями. «Дно» индекса NASDAQ, как я полагаю, находится сегодня в диапазоне 1700 – 1800 (по состоянию на 02.04.2001). Достигнув этого дна и окончательно «протрезвев», американские hi-tech акции начнут медленный вполне предсказуемый рост, обусловленный *фактическими*, а не ожидаемыми, успехами этих компаний. Не хотелось бы брать на себя миссию Кассандры, но разрыв, сложившийся сегодня между ценой акций и их способностью быть объектом для инвестиций, слишком велик, и он обязан быть преодоленным.



## Заключение

За время, пока писалась и готовилась к печати эта книга, в моей жизни произошло два события.

Во-первых, весной 2001 года компания Артифишел Лайф Рус обанкротилась, и автор остался без работы (на некоторое время). Так что прогноз о ненадежности интернет-компаний с низкой капитализацией сбылся самым мрачным образом и вполне конкретно и больно ударил по прогнозисту. Это называется - феномен Кассандры в действии! В своем письме к президенту компании Artificial Life Inc. д-ру Шонебурггу еще задолго до банкротства фирмы я указывал, что при отсутствии доходов компания не может сегодня рассчитывать на привлечение капиталов, и ее цена является явно завышенной, а прогнозы о росте акций компании с 3 до 50 долларов - это не более чем утопия. В ответ я получил каскад оптимистических пассажей, суть которых в общем сводилась к одному - как работали, так и будем работать, и все будет хорошо. Предлагалось даже заключить пари!... Письмо сохранилось, и любопытствующие могут получить его копию, обратившись по адресу, указанному в начале книги. Этот любопытный документ своего времени, пропитанный, как губка, ничем не обоснованной NASDAQ-эйфорией, весьма гожд в копилку будущего исследователя новейшей американской экономической истории.

А во-вторых, автор устроился консультантом в компанию Сименс Бизнес Сервисиз, и это удачно совпало с тем, что Пенсионный фонд Российской Федерации счел необходимым заказать компании Сименс Бизнес Сервисиз методологию и программу для портфельной оптимизации. Так что теория нечетких множеств применительно к портфельной оптимизации впервые получает столь впечатляющее внедрение. Вводя индексы для модельных классов законодательно разрешенных активов, мы обнаружили то, в чем и не сомневались – существенную нестационарность ценовых историй по этим индексам. Поэтому ничем, кроме квазистатистики доходности, мы не располагаем. А где квазистатистика, там и размытые оценки, и эффективная граница в форме криволинейной полосы, о чем, собственно, мы и пишем в этой книге.

Позволю себе подвести черту.

Инвестирование в фондовые активы – это искусство, которое становится ремеслом лишь в тех случаях, когда мастер обладает набором высококлассных инструментов для воплощения своих идей и предположений, выраженных зачастую не так четко, как хотелось бы.

Те из вас, кто имеет опыт работы на российском фондовом рынке, отчетливо видят, как все-таки этот рынок схож с азартной игрой, и ставкой на нем зачастую бывают не одни лишь деньги, но и человеческая судьба и даже сама жизнь. Но, по мере того как этот рынок приобретает цивилизованные очертания, постепенно начинают проявляться

общие закономерности, которые справедливы и для самых высокоразвитых рынков мира. А там, где есть закономерность, есть и желание ее познать, хотя бы в самых общих чертах.

Нечеткие описания, которые составляют основу этой книги – это самый естественный инструмент для моделирования систем, существующих в условиях существенной информационной неопределенности, касающейся не только неизвестного будущего, но и трудно различаемого настоящего. Отсюда вытекает неустранимый риск, связанный с неоднозначностью последствий принимаемых инвестиционных решений. И для оценки этого риска традиционные вероятностные методы не годятся.

Я не сомневаюсь, что нечетко-множественный анализ найдет еще свое место в оценке банковских и страховых рисков, в моделях управления денежными потоками корпораций, в макроэкономическом моделировании. Этот подход применим всюду, где свидетельства о тех или иных проявлениях объекта научного исследования количественно ограничены и качественно разнородны.

Через год на российский рынок выйдет Пенсионный Фонд России с накопительной составляющей трудовых пенсий граждан. Это событие будет новым отсчетом для рынка. Я опубликовал ряд работ, посвященных этой проблематике, с ними можно ознакомиться на моем персональном сайте (адрес в начале книги). Однако полноценное изложение темы инвестирования накопительной части пенсий вы найдете в книге, над которой я сейчас работаю. Надеемся, что ее выход в свет не заставит себя ждать так долго, как пришлось подождать этой монографии.

С неизбежностью будет расти объем общедоступной финансовой информации, содержащейся в Интернете. Я предвижу появление на рынке некоторого количества специализированных консалтинговых фирм, которые возьмут на себя труд собрать все разрозненные сведения об эмитентах акций, систематизировать их и сделать эту обработанную информацию доступной на Интернет-сайтах за умеренную плату. Впоследствии эти услуги перестанут быть платными для рядового инвестора и возрастут в цене для инвестора институционального. Вот тогда-то и откроется потребность в специализированных методах рыночного анализа для выработки брокерских рекомендаций. И тогда результаты, изложенные в этой книге, сделаются актуальными.

Благодарю своего «идеального читателя» за труд, который он потратил, или еще потратит, разбираясь в моей писанине. Это - первая моя научная монография, и она бесконечно дорога мне, как и всякий первенец. Но, памятуя о завете приносить начатки Богу (Библия, Книга Исход, глава 22, стих 29), я и приношу этот труд к Его стопам со смирением и признательностью. Хвала Богу за все!

## Список цитируемых источников

### К предисловию

- П1. Недосекин А.О. Финансовый анализ в условиях неопределенности: вероятности или нечеткие множества? // 1999.- На сайтах: [www.vmgrousp.ru](http://www.vmgrousp.ru), [cfin.ru/analysis](http://cfin.ru/analysis), <http://www.delovoy.newmail.ru/analitic/3.htm>.
- П2. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // *Аудит и финансовый анализ*, №2, 2000.
- П3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений, М.: Мир, 1976.
- П4. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями, Минск: Вышэйшая школа, 1992.
- П5. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. М.:Диалог-МГУ, 1998.
- П6. Недосекин А.О., Овсянко А.В. Нечетко-множественный подход в маркетинговых исследованиях //2000.-На сайте: [www.vmgrousp.ru](http://www.vmgrousp.ru).
- П7. Недосекин А.О., Максимов О.Б. Новый комплексный показатель оценки финансового состояния предприятия. - На сайте [www.vmgrousp.ru](http://www.vmgrousp.ru).
- П8. Недосекин А.О., Воронов К.И. Новый показатель оценки риска инвестиций //1999. - На сайтах: [www.vmgrousp.ru](http://www.vmgrousp.ru), [cfin.ru/analysis](http://cfin.ru/analysis), <http://www.delovoy.newmail.ru/analitic/3.htm>.
- П9. Недосекин А.О., Заблоцкий С.Н. Подход к учету долговых обязательств в программах фондового менеджмента // *Аудит и финансовый анализ*, №1, 2001.
- П10. Недосекин А.О. Финансовый анализ эффективности инвестиций в опционы и их комбинации // *Аудит и финансовый анализ*, №2, 2001.
- П11. Недосекин А.О. Скоринг акций с использованием нечетких описаний // *Аудит и финансовый анализ*, №3, 2001 (в печати).

### К главе 1

- 1.1. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н.Борисов и др. – Рига: Зинатне, 1982.
- 1.2. Grable J., Lytton R.H. Financial risk tolerance revisited: the development of a risk assesment instrument // *Financial Services Rewiew*, 8, 1999, pp 163-181. – In: [http://www.elsevier.com/cgi-bin/cas/tree/store/finser/cas\\_sub/browse/browse.cgi?year=1999&volume=8&issue=3&aid=40](http://www.elsevier.com/cgi-bin/cas/tree/store/finser/cas_sub/browse/browse.cgi?year=1999&volume=8&issue=3&aid=40)
- 1.3. Кравец А.С. Природа вероятности, М.: Мысль, 1976.
- 1.4. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 1998.
- 1.5. Смоляк С.А. Учет специфики инвестиционных проектов при оценке их эффективности // *Аудит и финансовый анализ*, 1999, №3.

- 1.6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений, М.: Мир, 1976.
- 1.7. Zadeh L.A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy Sets and Systems. - 1978. - Vol.1, №1.
- 1.8. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями, Минск: Вышэйшая школа, 1992.
- 1.9. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. М.: Наука, 1981.
- 1.10. Недосекин А.О. Анализ живучести систем энергетики комбинаторно-вероятностными методами // Известия РАН. Энергетика, 1992, №3.

## К главе 2

- 2.1. В.В. Налимов. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1979. с.272-295.
- 2.2. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями, Минск: Вышэйшая школа, 1992.
- 2.3. Недосекин А.О., Овсянко А.В. Нечетко-множественный подход в маркетинговых исследованиях //2000.-На сайте: [www.vmgroupp.sp.ru](http://www.vmgroupp.sp.ru).
- 2.4. Peray K. Investing in mutual funds using fuzzy logic. St. Lucie Press, USA, 1999.
- 2.5. На сайте <http://ourworld.compuserve.com/homepages/peray/logicco.htm>.
- 2.6. На сайте <http://www.numa.com/derivs/ref/calculat/option/calc-opa.htm>.

## К главе 3

- 3.1. Закон РФ «О несостоятельности (банкротстве)» от 8 января 1998 года № 6-ФЗ.
- 3.2. <http://www.quicken.com/investments/seceval/>
- 3.3. <http://www.mgfs.com/mggroups.htm>
- 3.4. Altman E. Corporate Financial Distress. New York, Wiley, 1983.
- 3.5. Toffler R., Tishaw H. Going, going, gone – four factors which predict // *Accountancy*, March 1977, pp. 50-54.
- 3.6. Давыдова Г.В., Беликов А.Ю. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий // *Управление риском*, 1999 г., № 3, с. 13-20
- 3.7. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // *Аудит и финансовый анализ*, №2, 2000.
- 3.8. Эйтингон В., Анохин С. Прогнозирование банкротства: основные методики и проблемы. - На сайте <http://crisis.engec.ru/bankrot5.htm> .
- 3.9. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. - М.: Финансы и статистика, 1996.
- 3.10. Недосекин А.О., Максимов О.Б. Новый комплексный показатель оценки финансового состояния предприятия. - На сайте <http://www.vmgroupp.sp.ru/Win/index1.htm>

- 3.11. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений, М.: Мир, 1976.
- 3.12. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.

#### **К главе 4**

- 4.1. Эшби Р.У. Введение в кибернетику. М.: Наука, 1959.
- 4.2. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 1998.
- 4.3. Смоляк С.А. Учет специфики инвестиционных проектов при оценке их эффективности // *Аудит и финансовый анализ*, 1999, №3.
- 4.4. Кравец А.С. Природа вероятности. М.: Мысль, 1976.
- 4.5. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями, Минск: Вышэйшая школа, 1992.
- 4.6. Воронов К.И. и др. Банковская система России. Настольная книга банкира. Книга I. М., ТОО "Инжиниринго-консалтинговая компания "ДеКА", 1995.
- 4.7. Воронов К.И. Оценка коммерческой состоятельности инвестиционных проектов // *Финансовая газета*, 1993, №№ 49 - 52; 1994, №№ 1 - 4, 24 - 25.
- 4.8. Финансовое планирование и контроль. М.: ИНФРА-М, 1996.
- 4.9. Behrens W., Hawranek P.M. Manual for the preparation of industrial feasibility studies. Vienna, UNIDO, 1991. (Перевод: Беренс В., Хавранек П.М. Руководство по оценке эффективности инвестиций, М., АОЗТ "Интерэксперт", ИНФРА-М, 1995.)
- 4.10. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976.
- 4.11. Виленский П.Л., Смоляк С.А. Показатель внутренней нормы доходности проекта и его модификации // *Аудит и финансовый анализ*, 1999, № 4.

#### **К главе 5**

- 5.1. Боровков А.А. Теория вероятностей. М., Эдиториал УРСС, 1999.

#### **К главе 7**

- 7.1. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Labilities // *Journal of Political Economy*, 81-3, 1973, pp 637-654
- 7.2. Hull, John C. Options, Futures and Other Derivative Securities . Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1998.
- 7.3. <http://www.numa.com/derivs/ref/calculat/option/calc-opa.htm>
- 7.4. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // *Аудит и финансовый анализ*, №2, 2000.

- 7.5. Shimko, D. Bounds of Probability // *Risk*, 6, 1993, April, pp 33-37.
- 7.6. Боровков А.А. Теория вероятностей. М., Эдиториал УРСС, 1999.
- 7.7. [https://secure.mrstock.com/new\\_account/occ10.html - ch10](https://secure.mrstock.com/new_account/occ10.html - ch10)
- 7.8. <http://moneycentral.msn.com/investor/options/default.asp?Symbol=IBM&Month=4&Year=2001>
- 7.9. <http://www.numa.com/derivs/ref/os-guide/os-00.htm>.
- 7.10. На сайте: <http://www.stanford.edu/~wfsharpe/art/sr/sr.htm>

## **К главе 8**

- 8.1. Markovitz H. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. N.Y., Wiley, 1959.

## **К главе 9**

- 9.1. <http://www.investools.com/c/IT/InvestorNetwork/PFUNabout3>
- 9.2. <http://www.vectorvest.com/>
- 9.3. <http://my.zacks.com/>
- 9.4. [http://www.artificial-life.ru/default\\_luci.asp?pSection=products&pContent=products.asp](http://www.artificial-life.ru/default_luci.asp?pSection=products&pContent=products.asp)
- 9.5. <http://www.quicken.com/investments/seceval/?symbol=ALIF&cmetric=rev&cmetric=summary>
- 9.6. <http://www.mgfs.com/mggroups.htm>
- 9.7. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями. Минск: Вышэйшая школа, 1992.
- 9.8. Buckley, J. Solving fuzzy equations in economics and finance // *Fuzzy Sets & Systems*, 1992, # 48.
- 9.9. Недосекин А. Применение нечетких множеств в задачах управления финансами // *Аудит и финансовый анализ*, 2000, № 2.
- 9.10. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.
- 9.11. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. М.: Наука, 1976.

# Краткий словарь английских финансовых терминов

Публикуется как выдержка из Большого Финансового словаря доктора Кэмпбелла Харви (Campbell R. Harvey), с любезного согласия профессора. Словарь д-ра Харви содержит порядка 6000 определений и является опорным финансовым словарем, используемым крупнейшими финансовыми сайтами мира, в частности, Yahoo! Finance.

Права на Большой Гипертекстуальный Финансовый словарь закреплены. Копируйте:

Campbell R. Harvey  
Fuqua School of Business  
Duke University  
Durham, NC 27708 USA  
<http://www.duke.edu/~charvey>  
+1 919.660.7768 Office  
+1 919.660.8030 Fax  
+1 919.349.7430 Cell

## A

**Ability to pay** – платежеспособность. Способность должника произвести выплаты основной суммы долга и процентов по нему.

В контексте муниципальных облигаций - относится к настоящей и будущей способности эмитента обеспечить значительные налоговые поступления для выполнения своих обязательств, поддержания муниципального дохода и стоимости недвижимости.

В контексте налогообложения - подразумевает, что ставки налогов должны быть установлены в регрессивном порядке в соответствии с получаемым доходом или богатством.

**American option** - американский опцион (опцион, который может быть исполнен в любой момент в течение оговоренного срока). **European option** - европейский опцион (опцион, который может быть исполнен только в день его окончания)

**American Stock Exchange (AMEX) (The Curb)** – Американская фондовая биржа. Занимает третье место в США по объему проводимых торгов. Расположена по адресу, Trinity Place, 86 ,в центре Манхеттена. Большая часть операций на AMEX составляют операции с индексными опционами и акциями мелких и средних компаний.

**Analyst** – сотрудник банка или брокерской фирмы, который анализирует различные компании и дает рекомендации по купле-продаже их акций. Более специализирован в определенной отрасли.

**Annual rate of return** – годовая норма прибыли. Существует много способов расчета годовой нормы прибыли. Если норма прибыли рассчитывается ежемесячно, мы иногда умножаем ее на 12, чтобы получить годовую норму прибыли. Ее часто называют годовой процентной ставкой (APR). Годовая процентная доходность (APY) включает эффект сложного процента.

**Annual report** - годовой отчет о финансовом состоянии компании, чьи акции котируются на бирже. Включает описание деятельности фирмы, также как и данные балансового отчета, отчета о прибылях и убытках, отчета о движении денежных средств. Правила Комиссии по ценным бумагам и биржам требуют его распространения среди всех акционеров. Более подробный вариант называется 10-K.

**Asset allocation decision** - решение о распределении наличных средств между различными видами активов, в которые эти средства могут быть инвестированы.

**Asset classes** - категории активов, таких как акции, облигации, недвижимость и иностранные ценные бумаги.

**At-the-money** - опцион, в основе которого цена финансового инструмента примерно равна цене исполнения (цена-страйк равна рыночной цене).

## **В**

**Balance sheet** – балансовый отчет, также называется отчетом о финансовом состоянии. Представляет собой сумму активов, обязательств и акционерного капитала компании.

**Bankruptcy** - банкротство. неспособность погасить обязательства При процедуре банкротства государственной компании право собственности на активы фирмы переходит от акционеров к владельцам облигаций.

**Basic IRR rule** – основное правило «внутренней нормы прибыли». Проект принимается, если IRR выше ставки дисконтирования, и отвергается, если ниже. Также разумно принимать во внимание чистую приведенную стоимость для оценки проекта.

**Bear** – «медведь». Инвестор, играющий на понижении курса акций на бирже. Медвежий рынок характеризуется длительным периодом, в течение которого наблюдается падение цен на акции, обычно на 20% и более.

**Bear spread** - "медвежий" опцион (продажа контрактов на ближние сроки и покупка контрактов на дальние в надежде, что краткосрочные процентные ставки



повышаются быстрее долгосрочных, а рыночные цены финансовых инструментов падают).

Применяется к производным ценным бумагам. Стратегия создана для получения преимущества при падении цен на ценные бумаги или товары на рынке опционов, обычно осуществляется путем покупки комбинации опционов-колл и опционов-пут на приобретение одной и той же ценной бумаги по разным ценам страйк с целью получения прибыли, если цена на эту ценную бумагу упадет.

**Bell** - сигнал на фондовой бирже к открытию и закрытию торгов.

**Blue-chip company** – используется в контексте обыкновенных акций. Крупная кредитоспособная компания. Компания, знаменитая качеством и широким признанием своей продукции или услуг, и, также, способная приносить прибыль и выплачивать дивиденды. **Gilt-edged security** - первоклассные или гарантированные ценные бумаги.

**Bond** – облигация. Облигации являются займом и издаются на период более одного года. Правительство США, местные правительства, округа, компании и другие типы учреждений продают облигации. Когда инвестор приобретает облигацию, он одалживает деньги. Продавец облигации обязуется погасить сумму займа в определенное время. По процентным облигациям процент выплачивается периодически.

**Book value** – остаточная стоимость основного капитала (нетто-капитал). Разница между общей стоимостью активов компании и нематериальными активами и обязательствами, такими как дебиторская задолженность. Нетто-капитал может быть больше или меньше рыночной стоимости компании.

**Bottom** - относится к поддержке на определенном уровне рыночных цен. Также используется в контексте ценных бумаг, при упоминании самой низкой цены в течение определенных временных рамок.

**Broker** - брокер. Человек, получающий комиссию за выполнение заказов клиентов. Различают брокеров, работающих в биржевом зале и брокеров, которые занимаются розничными клиентами и их заказами. Это также посредник, действующий между продавцом и покупателем, обычно взимая комиссию. Брокер, специализирующийся на акциях, облигациях, товарах или опционах действует как агент и должен быть зарегистрирован на бирже, где производится торговля ценными бумагами. Противоположность дилеру.

**Bull** – «бык». Инвестор, играющий на повышении цен на акции.

**Bull spread** - двойной опцион в расчете на выгоду от повышения курсов. Стратегия, при которой инвестор покупает опцион, цена которого ниже текущей цены финансового инструмента, лежащего в его основе. Покупка финансируется продажей

опциона, цена которого выше текущей цены финансового инструмента, лежащего в основе фьючерсного или опционного контракта.

**Butterfly spread** – применяется к производным ценным бумагам. Комплексная опционная стратегия, включающая продажу и покупку двух «колл-опционов» на одном или разных рынках с разными датами исполнения. При этом один из опционов имеет более высокую цену исполнения и другой более низкую, чем два других опциона. Диаграмма выплат представляет собой форму бабочки.

## С

**Calendar spread** - календарный спред. Стратегия одновременной покупки и продажи опционов одинакового класса по разной цене страйк, но с одним периодом погашения

**Call** – опцион, дающий его владельцу право на приобретение подлежащего актива по определенной цене.

**Capital asset pricing model (CAPM)** - экономическая теория, описывающая отношения между рисками и средним ожидаемым доходом по всем инвестициям, которая служит как модель для оценки рисковых ценных бумаг. CAPM утверждает, что единственный риск, оцениваемый рациональными инвесторами это системный риск, так как он не может быть устранен с помощью диверсификации. CAPM утверждает, что средний ожидаемый доход по акциям или портфельным инвестициям равен курсу безрисковых ценных бумаг плюс риск-премия, умноженным на покрытие системного риска. Теория была создана Уильямом Шарпом (1964) и Джоном Линтнером (1965).

**Cash** – активы, которые могут быть превращены в наличные деньги немедленно, как только понадобится компании. Обычно к ним относятся текущие счета и легко реализуемые ценные бумаги, такие как облигации государственного займа и банковские акцепты. Эквивалентны наличных в балансовом отчете включают ценные бумаги со сроком погашения до 90 дней.

**Cash flow** – денежный поток. При инвестировании денежный поток представляет собой доход без учета износа, амортизации и безналичных выплат. Иногда называется наличным доходом. Денежный поток от операций (называемый доходом риэлтерских и других инвестиционных трестов) является очень важным так как показывает способность выплачивать дивиденды.

**Chicago Board Options Exchange (CBOE)** – фондовая биржа созданная в начале 1970-х для государственной торговли нормированными опционными контрактами. Основное место занимали опционы на покупку акций, валюты, и индексов.

**Commodity** – стандартный товар. Таким товаром могут быть продукты, металл или другое физическое вещество, которое инвестор может купить или продать, обычно, по фьючерсному контракту.

**Common shares** –обыкновенные акции. В целом открытое акционерное общество имеет два типа акций, простые и привилегированные. Обыкновенные акции обычно дают акционерам право голосовать на собраниях акционеров. Обыкновенные акции имеют дискреционный дивиденд.

**Common stock** – ценные бумаги, определяющие долю собственности в компании. Обыкновенные акции дают инвестору право голосовать в таких случаях, как выборы директоров. Они также позволяют держателю акций компании получать долю прибыли в виде дивидендов или получать прирост капитала, т.е. увеличение рыночной стоимости акций. Являются единицами низшего уровня, определяющими право собственности в открытом акционерном обществе, при подаче иска кредиторов, получивших и не получивших обеспечение, владельцев облигаций и привилегированных акций в случае ликвидации.

**Coupon bond** – купонная облигация. Облигация с купонами, которые должны быть предъявлены эмитенту для получения процентных выплат.

**Current income** – текущий доход. Денежные средства, постоянно получаемые от инвестирования, в форме дивидендов, процентов и других источников дохода..

**Current yield** – текущая доходность. Для облигаций или долговых расписок доходность облигаций с фиксированной процентной ставкой делят на рыночную цену облигации.

## D

**Dealer** –осуществляет покупку ценных бумаг за свой счет по цене предложения или продает по цене спроса. Отдельный человек или фирма, действующие как комитент в операциях с ценными бумагами. Комитенты являются профессиональными участниками рынка ценных бумаг и совершают операции с ними за свой счет и на свой риск. Противоположность брокеру.

**Derivative instruments** – производные инструменты, такие как опцион и фьючерс, цена на которые зависит от финансового инструмента, лежащего в их основе.

**Diversification** - разделение инвестиционных фондов среди множества ценных бумаг с различным уровнем риска и корреляция статистических данных с целью снижения несистемных рисков.

**Dow Jones Industrial Average** – наиболее известный в США индекс доходности акций. Средневзвешенная цена активно продаваемых и покупаемых акций 30 крупнейших компаний, первоначально включавших промышленные, котирующиеся на Нью-Йоркской фондовой бирже. Доу, как его называют, является показателем того, что происходит с акциями 30 крупнейших компаний. Существует также сотни инвестиционных индексов по всему миру для акций, облигаций, валют и товаров.

## E

**Earnings** - чистый доход компании за период.

**Economic indicators** - экономические показатели. Ключевые показатели статистики в экономике, показывающие направление ее движения; например, уровень безработицы и уровень инфляции.

**Efficient frontier** - Комбинации портфелей ценных бумаг, которые максимизируют средний ожидаемый доход по всем инвестициям, при любом уровне ожидаемого риска, или минимизируют предполагаемый риск для любого уровня среднего ожидаемого дохода по инвестициям. Впервые исследовано Гарри Марковицем.

**Emerging markets** – отсталые рынки. Финансовые рынки стран с развивающейся экономикой.

**European-style option** - европейский опцион (опцион, который может быть исполнен только в день его окончания) .

**Exchange** - биржа. Место, где происходит торговля акциями, опционами и фьючерсами на покупку акций, облигаций, товаров и индексов. Основные фондовые биржи в США – это Нью-Йоркская фондовая биржа, Американская фондовая биржа и Национальная Ассоциация Торговли Ценными бумагами на Автоматической Системе Котировки.

**Expected return** – средний ожидаемый доход по инвестициям. Средний ожидаемый доход по неликвидным активам, обусловленный распределением вероятностей возможной нормы прибыли. Средний ожидаемый доход соответствует безрисковому курсу (в основном, это курсы по долговым распискам и облигациям Казначейства США ) плюс премия за риск (разница между рыночным доходом за прошлые годы, основанным на данных хорошо диверсифицированных индексов, таких как S&P500 и историческим доходом по облигациям Казначейства) умноженные на

меру чувствительности стоимости акций фонда к изменению рыночных цен. Условный средний ожидаемый доход различается во времени как функция текущей рыночной информации.

**Expiration date** - конечный срок действия (опциона). Последний день (в случае американского опциона) или единственный день (в случае европейского) когда опцион может быть выполнен. Для фондовых опционов, этой датой является суббота, следующая сразу после третьей пятницы месяца исполнения опциона. Брокерские фирмы могут установить более ранний срок для уведомления держателя опциона о намерении исполнения. Если третья пятница – выходной, последним днем торгов будет являться четверг.

## F

**Form 8-K** – форма требуемая Комиссией по ценным бумагам и биржам, когда компания с широким кругом акционеров, акции которых котируются на бирже, подвергается какому-либо воздействию, которое может сказаться на ее финансовом состоянии или стоимости ее акций.

**Form 10-K** форма, требуемая Комиссией по ценным бумагам и биржам от компании, акции которой котируются на бирже. Эта форма необходима для годового предоставления определенной финансовой информации.

## G

**Gross domestic product (GDP)** - валовый внутренний продукт (ВВП). Рыночная стоимость товаров и услуг, произведенных за период времени, включая доходы иностранных корпораций и иностранных резидентов, работающих в данной стране, за вычетом доходов резидентов и компаний данной страны, осуществляющих деятельность за ее пределами.

**Gross National Product (GNP)** - совокупный общественный продукт. Представляет собой сумму ВВП и доходы компаний резидентов за рубежом за минусом доходов компаний-нерезидентов, полученных в данной стране.

## H

**Hedging** – хеджирование. Стратегия, направленная на снижение системных инвестиционных рисков, используя колл- и пут-опционы, игры на понижение или фьючерсные контракты.

Хедж (срочная биржевая сделка для подстраховки) может помочь зафиксировать прибыли. Его цель - сократить показатель неустойчивости конъюнктуры и инвестиционного портфеля за счет снижения уровня риска.

**Historical yield** - историческая доходность. Средняя доходность взаимного фонда за определенный период времени.

## I

**Immunization strategy** - стратегия управления портфелем долговых обязательств, цель которой – исключить портфельный риск в случае изменения ставки процента на весь период действия.

**In-the-money** – опцион, цена исполнения которого более выгодна покупателю, чем текущая цена финансового инструмента, лежащего в его основе (т. е. опцион имеет «внутреннюю» стоимость: «пут» – положительную, «колл» - отрицательную).

**Index** – статистический показатель экономики или финансовых рынков, часто выражающийся в процентных изменениях, относительно базового периода. Индексы показывают падение или скачок цен на акции, облигации.

**Institutional investors** – институциональные инвесторы. Организации- инвесторы, включая страховые компании, депозитарные организации, пенсионные фонды, инвестиционные компании, паевые инвестиционные фонды и дотационный фонды.

**Internal rate of return (IRR)** – внутренняя ставка дохода. Ставка, при которой доход от капиталовложений равен расходам по ним.

**Intrinsic value of an option** – внутренняя стоимость опциона. Разница между ценой исполнения опциона и текущей ценой соответствующего финансового инструмента (положительная в случае опциона «пут» и отрицательная в случае «колл»).

**Investment strategy** – инвестиционная стратегия. Стратегия, или план действий, которую инвестор использует для принятия решений как распределить свободный капитал среди различных активов (акций, облигаций, денежных средств, товаров, недвижимости).

## J

**Junk bond** - «мусорные», или «бросовые», облигации (США): высокодоходные облигации с кредитным рейтингом ниже инвестиционного уровня (BB (S&P) or Ba (Moody's) или ниже) . Обычно выпускаются компаниями, не имеющими длительной истории и солидной деловой репутации; которые предлагают инвесторам более высокий доход, чем доходы по облигациям финансово устойчивых компаний.

## К

## L

**Large-cap** – акции с высоким уровнем капитализации, обычно рыночной стоимостью более 5 млрд. долл.

**Liquidity** - высокий уровень торговой активности, позволяющий заключать сделки без заметного воздействия на цены.

**Loan** – сумма денег, предоставленная на срок или до востребования за определенную плату.

**Long position** - длинная позиция. Срочная позиция, образовавшаяся в результате покупки фьючерсных или опционных контрактов.

**Long-term debt/capitalization** - показатель финансового левереджа. Отношение долгосрочных заимствований к суммарной капитализации компании.

## М

**Market capitalization** – суммарная рыночная стоимость выпущенных акций компании (число выпущенных акций, умноженное на их рыночную цену).

**Markowitz, Harry** - нобелевский лауреат в области экономики. Автор теории современного портфеля ценных бумаг.

**Maturity** - для облигации это срок погашения.

**Midcap** – акция с капитализацией между 1 и 5 млрд. долларов.

**Municipal bond** – муниципальные облигации: долгосрочные долговые обязательства, выпускаемые властями штата или муниципалитетами. Представляет собой вид государственного займа для оплаты целевых проектов, таких как строительство дорог и канализаций. Доход, получаемый инвесторами по таким облигациям, освобождается от обложения налогами на доход.

**Mutual fund** – взаимный фонд. Такие фонды являются денежными пулами, которыми управляют инвестиционные компании и регулируются Актом об инвестиционных компаниях 1940 г. Они предлагают инвесторам разнообразные инвестиционные цели, в зависимости от типа фонда и его инвестиционной декларации. Некоторые фонды стремятся генерировать доходы на регулярной основе. Другие стараются сохранять деньги инвесторов. Третьи инвестируют в быстрорастущие компании.

## N

**Naive diversification** – стратегия, при которой инвестор вкладывает средства в различные активы в надежде, что колебания ожидаемого портфельного дохода снизятся. В качестве противопоставления этой стратегии, может использоваться математическое программирование для выбора наилучших инвестиционных разностей.

## O

**Option** – разновидность срочной сделки, которую необязательно исполнять: право купить или продать товар или фин. инструмент в течение некоторого срока по оговоренной цене в обмен на уплату определенной суммы (премии). В конвертируемом займе право купить ценные бумаги эмитента на оговоренных условиях. В организации эмиссии ценных бумаг право участника синдиката на дополнительную квоту.

**Option spread** – опционный спред: одновременная купля-продажа опционов одного класса.

**Out-of-the-money option** – опцион, цена исполнения которого ниже («пут») или выше («колл») текущей цены финансового инструмента, лежащего в его основе (т.е. «внутренняя стоимость отрицательна»).

**Outstanding shares** – акции, в настоящее время находящиеся в собственности инвесторов.

**Over-the-counter (OTC)** – внебиржевой рынок ценных бумаг (сделки заключаются по телефону или телексу); как правило, имеется ввиду рынок акций, которые не котируются на биржах, а также облигации всех типов.

**Overvalued** - переоцененный. О ценной бумаге или любом другом фин. активе с завышенной стоимостью, т.е. текущая цена не соответствует фин. положению компании.

## P

**P/E ratio** - отношение рыночной цены акции компании к ее чистой прибыли в расчете на одну акцию; прибыль компании берется либо после вычета налогов без дивидендов, либо как сумма дивидендов и зарезервированной прибыли; является одним из важнейших показателей в инвестиционном анализе.



**Pension fund** – пенсионный фонд. Фонд, выплачивающий пенсионные пособия работникам компании после их ухода на пенсию.

**Preferred stock** – привилегированная акция. Ценная бумага, которая определяет долю собственности в корпорации и дает ее держателю приоритетное право перед держателями обыкновенных акций на получение дохода и, также, части имущества в случае ликвидации. По большинству привилегированных акций происходит первоочередная, перед держателями обыкновенных акций, выплата фиксированных дивидендов, установленных в виде процента от прибыли или определенной денежной суммы.

**Present value** – текущая стоимость: текущая стоимость будущего платежа или серии платежей, дисконтированная на основе той или иной процентной ставки (сложные проценты); напр., сумма в 100 долл., которая должна быть получена через 40 лет, сегодня при ставке 10% соит примерно 38,55 долл..

**Prospectus** – письменное предложение ценных бумаг с описанием условий займа, фин. положения и характера деятельности заемщика; должен быть зарегистрирован регулирующим оргпном; проспекты также выпускают взаимные фонды; различают предварительный и окончательный проспект.

**Put option** - опцион «пут». Контракт, дающий право продать соответствующий фин. инструмент по оговоренной цене в течение определенного времени (обычно фикс. Число акций или контракт на базе индекса); за получение этого права утанавливается некоторая сумма (премия).

**Pyramid scheme** - схема «пирамиды». Незаконная, мошенническая схема, при которой главный игрок убеждает своих жертв инвестировать средства, обещая получение огромных доходов, в то время как просто использует вновь инвестированные средства для выплат инвесторам, ранее вложившим свои средства и требующим их возвращения.

## Q

## R

**Rate of return** - годовой доход от вложения капитала в реальный или финансовый актив в процентном выражении к стоимости этого актива (напр., дивиденд или купонный доход по ценной бумаге, поделенный на ее покупную цену).

**Ratings** – показатель кредитоспособности заемщика. Выпускаются рейтинговыми агентствами Moody's, S&P, и Fitch Investors Service. Инвесторы и аналитики используют рейтинги для изучения рискованности инвестирования.

**Recession** – регресс, временный спад экономической активности, обычно имеется ввиду снижение ВВП в течение двух кварталов подряд.

**Return on assets (ROA)** - индикатор доходности. Определяется делением чистого дохода за последние 12 месяцев на общую среднюю стоимость активов. Результат показывается как процент.

**Return on investment (ROI)** – доходность инвестированного капитала: отношение суммарной прибыли компании до вычета налогов к средней сумме активов.

**Risk** – поддающаяся измерению вероятность понести убытки или упустить выгоду.

## S

**Secondary market** – вторичный рынок, на котором купля-продажа ценных бумаг после завершения организации займа и получения заемщиком соответствующей суммы на биржевом и внебиржевом рынке. Важнейшее условие гибкости рынка капиталов, приобретения инвесторами долгосрочных ценных бумаг. Рынок, на котором денежные инструменты обращаются среди инвесторов.

**Securities & Exchange Commission (SEC)** – Комиссия по ценным бумагам и биржам (США): независимое регулирующее агентство, созданное в 1934 г. для надзора за выполнением федеральных законов о торговле ценными бумагами.

**Security** – обеспечение (кредита, облигаций); в случае отказа заемщика от погашения кредита обеспечение может быть реализовано.

**Short position** – «короткая позиция». Позиция, образовавшаяся в результате продажи фьючерсных или других срочных контрактов. В валютных сделках - отсутствие той или иной валюты.

**Short-term** – инвестиции со сроком до 1 года.

**Small-cap** – акции компаний с низким уровнем капитализации (менее 500 млн. долл.).

**Spread** - (1) разница между курсами продавца и покупателя на акцию или другой вид ценной бумаги. (2) Одновременная покупка или продажа фьючерсных или опционных контрактов.

**Stagnation** – стагнация. Период медленного экономического развития, или, на рынке ценных бумаг, период неактивной торговли ценными бумагами.

**Stock** – акция. Право собственности в корпорации закрепляется акциями, которые представляют часть имущества и прибыли корпорации.

**Straddle** – «стрэдл»: срочная арбитражная сделка, состоящая в одновременной покупке и продаже одного и того же или разных фин. инструментов на различные или одинаковые сроки.

**Strangle** – «стренгл»: покупка опционов «пут» и «колл» на один и тот же фин. инструмент с разными ценами и одинаковыми сроками исполнения.

## T

**Target price** - целевая базовая цена : 1) цена предполагаемого поглощения (цена акций). 2) цена, при которой опцион становится выгоден покупателю. 3) курс ценной бумаги, ожидаемой инвестором.

**10-K** - годовой отчет, требуемый Комиссией по ценным бумагам и биржам каждый год. Предоставляет развернутый обзор состояния дел компании. Должен быть сдан и зарегистрирован не позднее чем через 90 дней после окончания финансового года. Отчет по форме 10-Q сдается ежеквартально.

**Ticker tape** – телеграфный аппарат, оперативно выдающий текущую финансовую информацию об операциях на фондовой бирже.

**Time value of an option** - временная (срочная) стоимость опциона: сумма, на которую размер премии превышает «внутреннюю» стоимость опциона. Разница между ценой акции компании при поглощении и рыночной ценой до объявления о поглощении.

**Treasury** – Казначейство США, которое выпускает все казначейские облигации, расписки и чеки, наряду с ценными бумагами федеральных агентств. Также это департамент внутри корпорации, который контролирует финансовые операции, включая эмиссию новых акций.

**Turnover** – оборачиваемость. Для взаимных фондов - степень торговой активности в предыдущем году, выраженная в процентах к средней суммарной стоимости активов фонда за год. Оборачиваемость 25% означает, что объем торговых операций составляет четвертую часть активов фонда.

## U

**Uncovered call** – непокрытый опцион кол. Короткая позиция по опциону кол, в которой продавец опциона (райтер) не владеет подлежащим активом, указанном в опционном контракте. Непокрытые опционы кол значительно более рискованны для продавца опциона, нежели покрытые опционы, где райтер владеет подлежащим активом. Если покупатель опциона кол гасит опцион, райтер будет обязан приобрести подлежащий актив по текущей рыночной цене. Также этот опцион называют «голым».

**Uncovered put** непокрытый опцион пут. Короткая позиция по опциону пут, в которой райтер не обладает соответствующей короткой позицией по подлежащему активу или депозита в деньгах или денежных эквивалентах, равного цене погашения опциона пут. Райтер обязуется приобрести актив по определенной цене, если покупатель опциона примет решение погасить его. Такие опционы ограничивают риск райтера ценой подлежащего актива. Также этот опцион называют «голым».

**Underlying asset** – подлежащий актив. Ценная бумага, право или соглашение займа, которое держателю опциона предоставляется право купить или продать (уступить).

**Unemployment rate** – уровень безработицы. Процент людей, признанных безработными, в отношении к общему количеству рабочей силы.

**U.S. Treasury bill** – займ правительства США со сроком погашения меньше чем 1 год.

**U.S. Treasury bond** - займ правительства США со сроком погашения более чем 10 лет.

**U.S. Treasury note** - займ правительства США со сроком погашения от 1 до 10 лет.

## V

**Value-at-risk model (VaR)** – модель для оценки вероятности снижения цены фондового портфеля, основанная на статистическом анализе исторических рыночных цен и их тенденций, корреляции активов и их волатильности.

**Volatility** – волатильность. Мера риска, основанная на среднеквадратическом отклонении доходности активов от их среднего значения. Волатильность – это переменная, которая возникает в формулах оценки цены опционов. Существуют индексы волатильности; например, шкала от 1 до 9, где больший рейтинг шкалы отвечает более высокому уровню риска.

## W

**Weighted average cost of capital (WACC)** – средневзвешенная стоимость капитала. Ожидаемый доход по портфелю из ценных бумаг всех оцениваемых компаний. Используется как расчетная ставка капиталовложений. Часто – средневзвешенная стоимость активов и обязательств, где веса определяются пропорцией между активами и обязательствами в структуре капитала фирмы.

## X

## Y

**Yield** – процентная ставка дохода, уплачиваемого по акциям в форме дивидендов, или эффективная ставка доходности выплат по облигациям или векселям.

**Yield to maturity (YTM)** – доходность к погашению. Процентная ставка дохода, уплачиваемого по облигациям, векселям и иным ценным бумагам с фиксированным доходом, если инвестор покупает и держит эти бумаги до истечения срока их обращения. Расчет YTM основывается на купонной ставке, сроке до погашения и цене бумаги. В ходе оценки предполагается, что промежуточный доход по бумаге будет реинвестирован в эту же бумагу на тех же процентных условиях.

## Z

**Zero-coupon bond** – облигация, по которой не выплачиваются промежуточные купонные выплаты.

**Z score** – статистическая оценка, которая выражает расстояние (измеряемое как среднеквадратическое отклонение) данного уровня от среднего значения по набору данных. В частности, Z-оценка является выходным показателем кредитоспособности компании и степени риска ее банкротства.